Lage		Regenmenge			Regentage im Jahresmittel	Regenmenge. Regentage. Relative Feuchtigkeit. Gewittertage.												Relative Feuchtigkeit im Mittel des Jahres	Gewittertage im Mittel pro Jahr
Breitengrad	Höhe über dem Meere m	absolut. Maxim. mm	Minim. mm	Jahresmittel mm		Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember		
8° 18′ N	24,6	?	?	1549		81 77	80 76	79 75	94 72	148 75	142 75	176 76	148 77	138 79	167 77	176 80	120 77	76	
19° N	2390	?	?	584	132,6	6 3,1 56 0,9	7 3,6 49 1,0	12 6,1 48 4,6	7 6,6 43 9,8	60 13,8 53 17,9	95 18,0 64 22,0	109 23,4 69 23,7	143 21,8 71 22,6	95 16,6 70 19,4	33 11,4 68 14,7	11 5,4 65 4,7	6 2,8 60 2,8	59,5	144,1
9° 2′ N	2169,7	?	?	935	133	5 1,9 58	10 1,9 55	7 1,9 50	31 5,9 52	86 14,0 58	200 20,3 70	146 20,3 70	176 24,7 73	157 21,6 74	80 13,6 69	29 4,6 65	8 2,3 62	63	
23° N	19,3	?	?	1175	109	83 8,1 77	42 4,9 74	39 4,4 72	84 5,4 73	104 7,6 74	144 12,7 77	124 10,7 77	112 113 78	152 12,0 80	172 14,9 79	56 9,2 78	56 7,8 77	76	
3° 33′ S	729	?	?	1499	147,2	380 22,0 88 15,0	218 18,8 90 9,0	138 15,2 89 9,0	105 11,6 91 4,2	60 7,6 92 2,0	65 9,4 94 0,6	38 6,6 92 2,6	25 5,6 90 0,8	88 9,8 91 6,0	73 10,2 90 4,0	105 12,6 91 6,4	204 17,8 88 8,2	91	67,8
5° 26′ N	93,5	1605	442	1046	65.7	22 2,1 68	13 1,3 60	14 1,3 46	6 1,5 39	10 1,6 40	111 7,5 57	326 16,7 80	267 18,2 83	204 12,2 81	63 2,8 69	6 0,2 64	4 0,3 68	63	
6° 55′ S	ca. 20	2347	1110	1679	106,2	209,5 10,8 5,6	118,5 9,6 4,0	138,5 11,4 4,4	258,2 11,8 1,2	112,8 8,8 1,0	102,2 7,0 0,8	113,7 5,2 1,8	85,8 5,2 2,8	156,3 9,0 4,2	82,3 7,2 1,8	175,4 11,0 5,0	126,2 9,2 5,0		37,6
1° 12′ N	19	312	85	225	42,3	55 10,1 67	39 9,2 68	24 5,4 66	3 1,3 68	1 0,8 71	0 0 74	0 0 76	0 0,1 73	1 0,2 70	10 1,0 68	31 5,4 69	61 8,8 67	70	
2° 37′ N	ca. 5	1248	329	651	76,3	112 12 66,4	64 6,7 63,3	73 8,4 60,0	49 7,0 64,5	27 5,7 62,7	16 2,9 66,1	1 0,7 66,9	2 0,5 66,2	19 3,0 63,8	59 8,7 64,8	122 10,0 65,3	107 10,7 65,5	64,5	
																101 6,8 63 4,2	88 8,2 53 4,2	68	45,9
																6 1,3 73 2	5 0,9 67 —	78	20
4° 51′ N	125	?	?	199	45	11	24	26	30	31	6	1	3	21	19	10	17		



Handbuch

der

Tropischen Agrikultur

für die

deutschen Kolonieen in Afrika

auf

wissenschaftlicher und praktischer Grundlage.

Von

Dr. F. Wohltmann,

Privatdocent für Landwirtschaft an der Universität Halle.

Erster Band.



Leipzig,
Verlag von Duncker & Humblot.
1892.

Die natürlichen Faktoren

der

Tropischen Agrikultur

und

die Merkmale ihrer Beurteilung.

Von

Dr. F. Wohltmann,

Privatdocent für Landwirtschaft an der Universität Halle.



Leipzig,

Verlag von Duncker & Humblot.

1892.



Seinem Lehrer

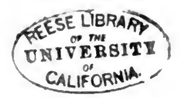
Herrn Geheimen Regierungsrat Professor Doktor

Julius Kühn

als Zeichen

dankbarer Ergebenheit und Verehrung

gewidmet.



Vorwort.

Seitdem Deutschland in den Besitz kolonialen Landes gekommen, ist neben der handelswirtschaftlichen Ausnutzung der Kolonieen auch die Frage nach der landwirtschaftlichen stark hervorgetreten. Plantagen sind sowohl in Westafrika, als auch in Ostafrika (und in Neu-Guinea) bereits angelegt, und namentlich jetzt, nachdem dank der Umsicht der Verwaltung die innere Ruhe auch in Ostafrika gesichert zu sein scheint, ist man bemüht, Klarheit über den agrikulturellen Wert unserer Kolonien zu gewinnen, um ihre wirtschaftliche Produktionsfähigkeit mit aller Energie auszunutzen. Soweit sich über die letztere ein Bild gewinnen läfst einerseits aus dem, was über die erforderlichen natürlichen Grundlagen des Anbaus tropischer Kulturpflanzen wie der tropischen Viehzucht im allgemeinen bekannt ist, und andrerseits aus dem, was Forschungsreisende im speciellen über Afrika berichten, sei hier in der Form eines Handbuches ein zusammenfassender Versuch gewagt.

Dabei darf nicht unausgesprochen bleiben, dafs es sich in dieser Arbeit ausschliefslich um die natürlichen Bedingungen der Landwirtschaft, des Plantagenbaus und der Viehzucht handelt, wie solche in den Tropenländern und speciell in den deutschen kolonialen Besitzungen vorliegen. Die Frage nach der Zuträglichkeit des Klimas für Kolonisten und Auswanderer, sowie die nach der wirtschaftlichen Rentabilität kolonialer Agrikultur in unseren afrikanischen Besitzungen, namentlich in ihrer Abhängigkeit von Arbeits-, Verkehrs- und Handelsverhältnissen, kann hier umsomehr unberührt bleiben, als sie einerseits häufig genug besprochen worden ist, und als andererseits das vorliegende Werk auch ohne Berücksichtigung der rein wirtschaftlichen Frage der Rentabilität ein in sich abgeschlossenes Gebiet behandelt.

Ihrer Einteilung nach zerfällt diese Arbeit in zwei Hauptteile bezw. Bände, von denen der erste, betitelt: „Die natürlichen Faktoren der tropischen Agrikultur und die Merkmale ihrer Beurteilung“ hauptsächlich die Eigentümlichkeiten der Grundlagen jeder tropischen und subtropischen Agrikultur behandelt und dabei vornehmlich diejenigen Verhältnisse bespricht, welche denen der Landwirtschaft in der gemäfsigten Zone mehr oder minder fremd sind. — Da es bis jetzt an einem auf wissenschaftlicher und praktischer Grundlage ausgearbeiteten Lehrbuche der tropischen Landwirtschaft mangelt, schien es mir durchaus geboten, zunächst die natürlichen Faktoren der tropischen Landwirtschaft in ihrer Eigenart darzulegen. Erst auf Grund einer solchen Arbeit ist eine Beurteilung unserer tropischen und subtropischen Gelände zu ermöglichen und die Frage nach der Einführung dieser oder jener Kulturen in diesem oder jenem Gebiete zu entscheiden. Wenn in dem ersten Bande des Werkes afrikanische Verhältnisse hie und da besondere Berücksichtigung erfahren haben, so entspricht dieses dem Geiste der ganzen Arbeit.

Der zweite Hauptteil bezw. Band der Arbeit, betitelt: „Die wirtschaftliche Nutzung der deutschen Kolonieen in Afrika“, wird den sog. praktischen Teil bilden und die Kolonieen eingehend behandeln, soweit das über sie vorliegende Material zuverlässige landwirtschaftliche Beurteilung gestattet. In der Beurteilung der landwirtschaftlichen Nutzung unserer Kolonieen werde ich das, was die Reiseberichte und Beschreibungen der Forschungsreisenden enthalten, und was anderweitig von sachkundiger Hand bearbeitet ist, zu verwerten suchen. Die Lückenhaftigkeit und Unsicherheit vieler Berichte gestattet indessen nicht immer ein klares Bild, und das um so weniger, als leider Berichte landwirtschaftlich oder plantagenwirtschaftlich ausgebildeter Reisenden nur in äufserst geringer Zahl vorliegen. In der Hauptsache sind es Mediziner, Botaniker, Zoologen, Geologen und Geographen, deren Arbeiten wertvolle Anhaltspunkte bieten und hier herangezogen zu werden verdienen. Aus ihren Berichten und naturwissenschaftlichen Studien, sowie aus den eigenen auf Reisen in Afrika gewonnenen Anschauungen und Erfahrungen ist das genommen, was für die agrikulturelle Beurteilung des Landes wie für die praktischen Vorschläge von Wichtigkeit zu sein schien.

Ich habe für zweckmäfsig befunden, anstatt „tropische Landwirtschaft“ oder „tropische Plantagenwirtschaft“ den Ausdruck „tropische Agrikultur“ zu wählen, nicht aus Gründen, denen ein Bestreben nach Neuerungen entspringt, sondern weil dieses Wort sowohl die

Landwirtschaft, wie sie in der gemäfsigten Zone alljährlich betrieben wird, als auch die den Tropen vornehmlich eigene Plantagenwirtschaft, die zwar der heimischen Landwirtschaft nicht fremd ist, in sich einschliefst, und ferner, weil dieses Wort der Ausdrucksweise des Englischen und der romanischen Sprachen gleichzeitig entspricht. Der Ausdruck „tropische Agrikultur“ ist wohl von Semler in unsere Litteratur eingeführt und verdient auch als Zeichen der Achtung vor dem ausgezeichneten Werke dieses unermüdlichen leider zu früh verschiedenen Landsmannes, welches er „Die tropische Agrikultur“ betitelt hat, beibehalten und vertreten zu werden. Damit soll nun aber nicht gesagt sein, dafs es erforderlich ist, Bezeichnungen wie: „tropische Landwirtschaft“, oder „tropischer Landbau“ pedantisch zu meiden. Ich werde im Gegenteil dieselben häufig anwenden, nur möchte ich der Ausdrucksweise „tropische Agrikultur“ den Vorzug geben.

Anfänglich trug ich Bedenken, dem vorliegenden Werke den Namen eines Handbuches beizulegen, weil es nicht allgemein anerkannte und noch nicht durchweg feststehende Lehrprincipien, sondern zu einem Teil rein individuelle Anschauungen enthält, die der allgemeinen Anerkennung noch bedürfen, dann aber auch, weil es obendrein auf eine wirtschaftliche Thätigkeit gerichtet ist, welche mehr der Zukunft als der Gegenwart angehört. Aber ich habe meine Bedenken schliefslich fallen gelassen, und zwar in Anbetracht dessen, dafs mit dem Titel eines „Handbuchs der tropischen Agrikultur für die deutschen Kolonieen in Afrika“ doch treffend der Inhalt wie der Zweck dieses Werkes gekennzeichnet ist.

Was meine individuellen Anschauungen betrifft in manchen Fragen, welche noch einer sorgfältigen Forschung harren, so hätte ich zwar gewünscht, dafs, wie einst A. Grisebach im hohen Alter „Die Vegetation der Erde“ schrieb, nachdem er 35 Jahre zu dem Werke gesammelt, auch ich eine gleiche Reihe von Jahren des Studiums und der Erfahrungen dieser Arbeit hätte zugrunde legen können. Ich vermag mich bei dieser Arbeit nur auf eine 7jährige Thätigkeit als praktischer Landwirt, auf ein 7jähriges wissenschaftliches Studium und auf die Erfahrungen und Forschungen fast 3jähriger Reisen in Europa, Westafrika und Südamerika zu stützen, und ich würde mit der Veröffentlichung dieser Arbeit noch zurückgehalten haben, wenn ich nicht gerade eben hoffen dürfte, dem neuen deutschen Kolonisationsgeiste mit derselben wenigstens in etwas förderlich sein zu können, und wenn mir nicht gerade jetzt ein wirkliches wissenschaftliches wie praktisches

Bedürfnis vorzuliegen schiene, die tropische Agrikultur im allgemeinen von einer mehr wissenschaftlichen Seite aus zu beleuchten, als Semler dies in seinem vorzüglichen Werke vermochte.

Bevor ich indessen dieses Buch aus der Hand gebe, habe ich noch die schöne Pflicht zu erfüllen, denjenigen Herren meinen verbindlichsten Dank auszusprechen, welche mich in vielem, was diese Arbeit betraf, mit Rat, Beistand und Wohlwollen unterstützten. Zunächst gebührt derselbe den Herren Geh. Regierungsrat Professor Dr. Julius Kühn, Geh. Regierungsrat Professor Dr. J. Conrad, Professor Dr. Freiherrn K. von Fritsch und Professor Dr. A. Kirchhoff in Halle a. Saale, dann ferner insbesondere Herrn Professor D. Fr. Fabri zu Godesberg (†), welcher zur gröfsten Betrübnis aller inzwischen heimgegangen ist und leider den Druck dieses Werkes, das ihn so aufserordentlich interessierte, nicht mehr erleben konnte. Nicht minder habe ich auch Herrn Professor Dr. von Koenen in Göttingen zu danken für die vielseitige Anregung und Aussprache auf den zahl- und lehrreichen Exkursionen, an denen teilzunehmen er mir, während ich diese Arbeit in Göttingen schrieb, gütigst gestattete. Ganz besonders fühle ich mich aber meinem Freunde Herrn Dr. Wermbter, z. Z. in Königsberg, früher Assistent am geologisch-paläontologischen Institut zu Göttingen, für sein freundliches Interesse wie für seinen umsichtigen und wertvollen Rat und seine Beihülfe an dieser Arbeit zu herzlichstem Dank verpflichtet.

Schliefslich sei auch dem Herrn Verleger mein aufrichtiger Dank für die treffliche Ausstattung, den sorgfältigen Druck und für sein so liebenswürdiges Entgegenkommen!

Halle, den 23. Oktober 1891.

F. Wohltmann.



Inhalt.

Kapitel I.

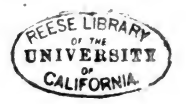
Einleitung.

Seite

Kapitel II.

Kapitel III.

Kapitel IV.



ERSTES KAPITEL.

Einleitung.

Über die Verbesserung und künstliche Veranlagung der natürlichen Produktionsfaktoren durch den Menschen.

Würde zur Zeit Cäsars oder Augustus' Virgil oder Columella um ein Gutachten angegangen sein, betreffend die Kolonisierung Germaniens oder Britanniens, dann wäre dasselbe wohl schwerlich derart glänzend über diese Länder ausgefallen, dafs man die Ansiedlung unbedenklich und unverzüglich in Angriff genommen. Die fruchtbaren Gehänge des Apennin, die blühenden Gärten der Campagna, das gesegnete Sizilien und die Kornkammern der Länder am mittelländischen Becken boten gegen die düstern Wälder Germaniens und die Sümpfe Britanniens zu schroffe Gegensätze, als dafs sich ein römischer Landwirt in die veränderbare res rustica leicht hineinzudenken oder gar hineinzuleben vermocht hätte. „Quis porro praeter periculum horridi et ignoti maris, Asia aut Africa aut Italia relicta, Germaniam peteret, informem terris, asperam caelo, tristem cultu aspectuque, nisi si patria sit?" sagt Tacitus zu Beginn seiner Germania, und auch der naturwissenschaftlich gründlichere Plinius weifs in seiner „Historia naturalis" kaum etwas Rühmliches über die germanische Agrikultur zu sagen. Und doch brauchen sich heute das Rheinthal und die einstigen Ländereien der Nervier und Trevirer eines Vergleichs mit der Landwirtschaft Italiens keineswegs zu schämen; ja in derselben Gegend, welche einst dem Vordringen Cäsars ein natürliches Halt gebot und die flüchtigen Britannen mit ihrem Hab und Gut dank der undurchdringlichen Wälder und Sümpfe schützte, wirkt heute das weltberühmte Rothamstedt, die Mutter aller landwirtschaftlichen Versuchsstationen!

So vermag sich im Laufe der Jahrhunderte das Kulturbild zu ändern, aber es wird wohl niemand jenen für ihre Zeit hochgebildeten römischen Theoretikern einen Vorwurf daraus machen, den grofsen Kulturschatz, den die rauhen Wälder Deutschlands und die Sümpfe Britanniens in sich bargen, verkannt zu haben.

Es vermag sowohl der Mensch selbst in gar vielen Fällen die widrigsten Kulturverhältnisse zu bezwingen als auf der andern Seite sich den durch die Natur gegebenen Verhältnissen, neuen Kulturpflanzen und Kulturmethoden in oft langsamer, oft ganz plötzlicher Weise anzupassen. In unserer eigenen deutschen Landwirtschaft haben wir in verhältnismäfsig kurzer Zeit die grofsartigsten Wandlungen nach beiden Richtungen hin durchgemacht. Nicht nur sind weite, einst öde und wilde Flächen heute in blühende Äcker umgewandelt, auch unsere tägliche Nahrung, welche wir den eignen Feldern entnehmen, ist aufserordentlich unterschiedlich von der früherer Jahrhunderte und sogar noch des sechszehnten. In den beiden letzten Jahrhunderten allein ist eine so grofse Reihe früher ganz unbekannter Kulturpflanzen eingeführt und verallgemeinert und der Anbau anderer einst weit verbreiteter und reich lohnender Handelsgewächse, wie z. B. Waid und Krapp, so vollständig eingegangen, dafs ein deutscher Landwirt des Mittelalters, wenn er die Felder von heute erblickte, dieselben kaum als deutsche Fluren ansprechen würde.

Vergegenwärtigen wir uns nun, indem wir einen Blick in die Zukunft wagen, die täglichen Fortschritte auf dem gesamten Gebiete der Naturwissenschaften, die täglich sich mehrende Kenntnis der Flora des ganzen Erdballs, von welcher der Mensch sich bis jetzt nur eine verhältnismäfsig geringe Anzahl von Arten nutzbar gemacht hat, die staunenswerten Leistungen und täglichen Verbesserungen der Technik des Betriebes, den leichten Austausch der Gedanken und Produkte durch die sich stets erweiternden und verbessernden Verkehrsmittel, so sehen wir überall in der Ferne einer sich ständig erweiternden und steigernden, vielleicht recht wechselvollen landwirtschaftlichen Produktion und Kultur entgegen, welche wir uns zur Zeit kaum auszumalen vermögen! Zu einer solchen drängt geradezu die stets zunehmende und vielerorts mächtig anwachsende Bevölkerung der ganzen Erde, welcher Kriege und Epidemieen weniger als in früheren Zeiten Störungen zufügen. Neue Ländereien *müssen* in Angriff genommen werden — *das ist nach der Malthusschen Bevölkerungslehre ein unabwendbarer Zwang* —, Mittel und Wege *müssen* ersonnen werden, selbst den scheinbar unfruchtbarsten Böden durch ingeniöse Meliorationen Erträge für Existenz- und Kulturbedürfnisse abzuringen,

und die Laune des einzelnen in der Bebauung seiner Felder, sowie der Zufall des Schicksals in der Kultur derselben müssen vor der wirtschaftlich rechnenden und naturwissenschaftlich denkenden Überlegung weichen.

Es giebt daher in der Landwirtschaft von gestern, von heute, wie aller Zeiten und aller Kulturvölker keine starre Beharrlichkeit; sondern eine ständige, bald langsame, bald rapid sich vollziehende, meist unvorhergesehene Anpassung des Menschen an neu erkannte Gaben der Natur, und ein ständiger Wandel in der Beherrschung derselben, die fortwährend zunimmt, kennzeichnet die Geschichte der Landwirtschaft. Die Geschichte der Landwirtschaft mufs also verlaufen, weil der Kulturmensch dem Zwang unterworfen ist, die Produktionsfähigkeit der Erde stets zu steigern und an Ausdehnung wie Güte immer mehr auszunutzen. —

Dieses alles verdient in hohem Grade Beachtung, wenn neue Ländereien oder Gebiete der landwirtschaftlichen Kultur unterworfen werden sollen, und auch bei der Beurteilung des agrikulturellen Wertes unserer Kolonieen scheinen mir Betrachtungen, wie ich sie soeben flüchtig andeutete, nicht wertlos zu sein. Aber dieselben näher zu erörtern, ist nicht die Aufgabe dieser Einleitung, in derselben soll vornehmlich darauf verwiesen werden, dafs, wenn auch in erster Linie die von der Natur unmittelbar gegebenen Bedingungen der Pflanzen- und Vieh-Produktion einen Anhaltepunkt für die agrikulturelle Wertschätzung eines Landes bieten, doch auch der schöpferische Geist und die schöpferische Hand des Menschen in aufserordentlich hohem Grade an dem allgemeinen Erfolg der Landwirtschaft bethätigt ist, vor allem indem der Mensch ungünstige Produktionsverhältnisse zu beseitigen und günstige Bedingungen zu erweitern, zu erhöhen, ja direkt zu schaffen vermag. Das ist zwar bei uns in der gemäfsigten Zone eine längst gewürdigte Thatsache, und es braucht nur daran erinnert zu werden, dafs dieselbe eine Anzahl Vertreter der Volkswirtschaftslehre sogar veranlafst hat, den Grund und Boden unterschiedslos in die Kategorie des Kapitals zu reihen, dennoch verdient dieselbe hier um so mehr besonders hervorgehoben und besprochen zu werden, als die tropischen und subtropischen Gebiete zum Teil andre Verhältnisse der natürlichen Produktions- und Wachstumsfaktoren bieten und andre Ansprüche der dort eingebürgerten oder einzuführenden Kulturpflanzen oder Nutztiere vorliegen, als in unserem gemäfsigten Klima bekannt sind.

So wenig wie in der gemäfsigten Zone Deutschlands dem Landwirt die einfache Kenntnis der Lebensansprüche seiner Kulturpflanzen wie Haustiere und der natürlichen Leistungen der gegebenen Produktionsfaktoren genügt, und so sehr er hier bemüht ist, stets korri-

gierend und meliorierend erstere wie letztere für die Produktion günstiger zu gestalten, ebenso mufs auch der Landwirt der tropischen Zonen die Bedingungen seiner Agrikultur auf eine sich beständig erhöhende Leistungsfähigkeit prüfen und zu verbessern suchen, ja oft erst schaffen. Die Fabel von der überall vorhandenen und unerschöpflichen verschwenderischen Güte tropischer Länder ist längst widerlegt, und man weifs heute nur zu wohl, dafs der tropische Kolonist nicht minder wie der Landwirt der gemäfsigten Zone seinen ganzen Intellekt im Kampfe mit der Natur einsetzen mufs, um ihr sicher und dauernd Erträge abzuringen, und dafs die tropische und subtropische Landwirtschaft nicht minder wie die der eigentlich gemäfsigten Zone in hohem Grade rationell betrieben werden mufs, soll sie anhaltend produktionsfähig bleiben und stets sichere Erträge abwerfen.

Bei allem, was unsere deutschen kolonialen Besitzungen an Güte oder anscheinender Unwirtlichkeit bieten, ist es daher erforderlich, stets im Auge zu behalten, was der Geist und die Hand des Menschen aus dem natürlich Gegebenen seinen Zwecken dienstbar umformen kann. Das läfst sich nun zwar nicht überall und jederzeit aus der Ferne beurteilen, sondern ist meist abhängig von lokaler Untersuchung; es können daher hier nur allgemeine Gesichtspunkte berührt werden, welche der besonderen Berücksichtigung bedürfen. Kaum wird es auch später möglich sein, gröfsere Meliorations- oder Korrektionsprojekte in speciellem Bezug auf eine bestimmte Landschaft eingehend zu besprechen.

Die litho-, hydro- und atmosphärischen Verhältnisse der Erde bilden unter Einwirkung der erwärmenden, belichtenden und chemisch wirkenden Strahlen der Sonne die natürlichen Grundlagen aller landwirtschaftlichen Produktion, oder drücke ich mich in anderer Form aus, so sind es der Boden, das atmosphärisch wie hygroskopisch im Boden vorhandene Wasser und das Klima, welche den Pflanzen wie den Nutztieren der Wirtschaft die Vegetations- und Existenzbedingungen gewähren. Je mehr der Landwirt diese natürlich gegebenen Faktoren zu beherrschen und der Produktion dienlich zu machen versteht, um so erfolgreicher ist die Agrikultur. Daher geht allgemein sein Bestreben dahin, diese Faktoren, wo ihre natürliche Veranlagung zur Produktion in mangelhafter oder überschüssiger Form vorhanden, umzugestalten. Er hat es sogar unternommen, überhaupt nicht vorhandene Produktionsfaktoren künstlich zu erzeugen, beziehungsweise herbeizuleiten.

In diesem Sinne sucht er durch Niederlegen der Wälder in den Ebenen, durch Entwässerung grofser sumpfiger Landstrecken, durch Aufforstung der Gebirge das Klima eines Landes günstig zu beeinflussen, legt gegen ausdörrende und verheerende Winde schützende Hecken und Baumpflanzungen an und sucht durch Trockenlegung des Bodens die Temperatur der Erde zu erhöhen. Allein seine Arbeit auf diesem Gebiete, das Klima des Landes zu verbessern, ist aufserordentlich Zeit erfordernd wie oft auch beschwerlich, und dennoch wird niemand den Erfolg solcher Arbeiten verkennen können, der sich den klimatischen Zustand Deutschlands zu Zeiten Tacitus' vergegenwärtigt und ihn mit dem von heute vergleicht, mag auch das, was hier geleistet ist, in den wenigsten Fällen nach einem bewufsten System eingerichtet sein. Alle Klimatologen sind darüber einig, dafs die Zerstörung der Wälder in den romanischen Ländern Europas, in Kleinasien und Nordafrika nicht zum wenigsten die Schuld an dem landwirtschaftlichen Rückgang dieser Völker trägt, und dafs es vor allem einer neuen Aufforstung des kaum mit 8% Waldland versehenen kahlen Portugal und des fast ebenso waldarmen Spaniens bedarf, um auf der iberischen Halbinsel günstigere klimatische Bedingungen für die Pflanzenproduktion herbeizuführen. Wo aber eine günstigere Umbildung der klimatischen Verhältnisse eines Landes ausgeschlossen, ist die Aufgabe des Landwirts, seine Kulturen dem gegebenen Klima entsprechend auszuwählen und dem Wechsel desselben entsprechend anzupassen. In wie hohem Grade man dieses in der mittel- und nordeuropäischen Landwirtschaft verstanden hat und durchführt, dafür bedarf es hier wohl keines Belegs. Hierbei möchte ich in Rücksicht auf die tropische Agrikultur einer sehr interessanten Mitteilung gedenken, welche Alphonse de Candolle in Bezug auf die Kultur der Obstbäume und des Weinstockes in äquatorialen Gegenden macht[1]. „Ich habe, sagt er, irgendwo gelesen, dafs die englischen Gärtner, als sie den Weinstock in Bengalen acclimatisieren wollten, die Idee hatten, einen Graben vor den Weinstöcken zu ziehen, um die Wurzeln der Trockenheit auszusetzen, hierdurch die Blätter fallen zu lassen und eine der winterlichen in Europa ähnliche Unterbrechung der Vegetation herbeizuführen. Der Versuch ist genial, ich weifs nicht, ob er gelungen ist, aber er zeigt, in welchem Grade der Gartenbau durch Klima-Änderung an Mannigfaltigkeit gewinnen soll, und welche Hülfsquellen er darbieten wird, sobald Ackerbauer europäischen und nordamerikanischen Ursprungs sich in gröfserer Zahl in tropischen Gegenden niedergelassen haben

[1] A. de Candolle, Géographie botanique raisonnée. Paris 1885. Bd. I S. 403.



werden.“ Dieses Experiment findet ein hier interessierendes natürliches Gegenstück an den südlichen Küsten des roten Meeres, welche zu den heifsesten Gegenden der Erde gerechnet werden. Drude berichtet in seiner Pflanzengeographie[1], dafs dort die Pflanzenwelt nach Austrocknung aller oberirdischen Organe und Abwerfen der Blätter in einen wärmestarren Zustand versetzt wird, welcher sie vor der sicheren Tötung durch die ungeheure Hitze bewahrt.

Schon gröfser ist der Einflufs des Landwirts auf den Anteil, den der Boden an der Produktion nimmt. Als Standort und Ernährer der Pflanzen wird derselbe physikalisch wie chemisch in unserer Landwirtschaft den Zwecken entsprechend gestaltet. Die Kultur der Moordämme, die Verbesserung des Sandbodens, das Brennen des Moorbodens, das Rajolen etc., das Impfen, der Anbau stickstoffsammelnder Pflanzen, die Behandlung des Bodens je nach seiner geologischen Natur mit Kalk, Stallmist und sog. künstlichen Düngemitteln, alle diese Mafsnahmen sind ein Ausdruck dafür, einer wie grofsen Veränderung und Verbesserung dieser Produktionsfaktor bei uns fähig ist, und wie sehr man im stande ist, selbst anscheinend wertlosen Flächen hohen Ertrag und Gewinn abzunehmen. Es ist ja entschieden die Behauptung nicht zu weit gegangen, dafs in vielen Fällen es ausschliefslich die Intelligenz und Arbeit des Menschen ist, welche durch jene Methoden den Boden überhaupt erst zur landwirtschaftlichen Produktion umgewandelt und befähigt hat!

In noch höherem Mafse gilt dieses bekanntlich dort, wo die hydrosphärischen Verhältnisse des Bodens der Vegetation der Kulturpflanzen günstiger zu gestalten sind. Im gemäfsigten Klima Mittel-Europas, welches mit einer sehr regelmäfsigen mittleren Regenmenge von ca. 500—700 mm pro Jahr gesegnet ist, von denen allein gegen 200 mm auf die Hauptvegetationsmonate der Blüte- und Fruchtausbildung der Kulturen, Mai, Juni, Juli, zu entfallen pflegen, liegt weniger die Gefahr häufig sich wiederholenden Mangels an Wasser für die Kulturen vor als vornehmlich diejenige eines schädlichen Überflusses, welcher sich in den Winter- und Frühjahrsmonaten im Boden angesammelt hat und nicht nur die Kulturarbeiten zu verzögern droht, sondern auch auf die Wintersaaten direkt schädlich einwirkt, sowie eine frühzeitige Erwärmung des Bodens beeinträchtigt. Die überschüssigen Wässer des Bodens ist man daher mit Erfolg bemüht abzuleiten; Abflufs-Kanäle, offene Gräben, Drainagen, die zuweilen

[1] Dr. Oskar Drude, Handbuch der Pflanzengeographie. Stuttgart 1890. S. 24.

in Verbindung mit Wasser-Hebungs- oder Schöpfmaschinen wirken, legen bekanntlich in solchen Fällen die Äcker trocken. Die Kultur des Oderbruches, des Warthebruches, wie des Oschersleber-Bruches und mancher anderer Niederungen oder Wasserscheiden lassen erkennen, zu welchen Errungenschaften die Entwässerung geführt; nicht minder zeigen die Eindeichungen und Korrektionen unserer grofsen Ströme sowie die Polder Hollands, wie grofse Flächen nährstoffreichen Bodens ausschliefslich durch die Entwässerung und Verhütung periodisch eintretender Überschwemmungen der ununterbrochenen Bodenkultur zugänglich gemacht worden sind.

Aus den oben angedeuteten Bemerkungen über den Regenfall in Mitteleuropa ist es vornehmlich erklärlich, dafs Bewässerungs- und Berieselungsanlagen bei uns relativ selten eingerichtet werden, dennoch sind sie lokal und in beschränkten Flächen häufiger, wie man anzunehmen pflegt, und finden gleichzeitig den Zweck der Liquiddüngung verfolgend Beachtung. Das gröfste Bewässerungssystem, welches in Europa bekannt ist, dürfte wohl dasjenige der „belgischen Campine“ [1] sein, welches 500 000 Hektar umfafst und ausgezeichnet funktionieren soll.

Das sind in knappen Zügen die Korrektions- und Meliorationsbestrebungen und Einrichtungen der Agrikultur der gemäfsigten Zonen, dank deren es gelungen ist, den Nahrungs- und Kulturansprüchen der stets zunehmenden Bevölkerungen das Gleichgewicht zu halten. In der Mehrzahl der Fälle lassen sich dieselben auch auf die Verhältnisse der tropischen und subtropischen Agrikultur übertragen. Ich will davon abstehen, das im einzelnen zu belegen, sondern mich nur kurz darauf beschränken, einige besondere Eigentümlichkeiten der tropischen Agrikultur hervorzuheben, durch welche sie sich in der vorliegenden Frage von der Landwirtschaft der gemäfsigten Zone unterscheidet, und welche daher besondere Beachtung verdienen.

Während in vielen Kulturländern der gemäfsigten Zone die Wiederaufforstung entwaldeter Höhenzüge und Gebirge das Medium zur agrikulturellen Verbesserung des Klimas bietet, sind in den Tropen häufig grofse Urwaldflächen der Ebenen oder in Gebirgen niederzulegen, um aufser der Bodengewinnung auch eine günstigere Beschaffenheit des Klimas herbeizuführen. Hierbei wird freilich häufig der Fehler gemacht — und zumal in Brasilien ist oft unverzeihlich gesündigt —, dafs unterschiedslos niedrige Gebirgszüge und Wasserscheiden ihrer Bewaldung entblöfst und dadurch die Quellgebiete der Bäche und

---

[1] W. Strecker, Die Campine. Fühlings landw. Zeitung. 1883. Jahrgang XXXII. S. 409 ff.

Flüsse der Fähigkeit einer gleichmäfsigen und allzeitigen Wasserabgabe beraubt werden. In wie erfolgreicher Weise indessen das Klima in kurzer Zeit günstig für den Anbau der Kulturpflanzen und die Verarbeitung ihrer Produkte durch die Ausrodung des Urwaldes umgestaltet werden kann, dafür liefert ein fast klassisch zu nennendes Beispiel die 1849 gegründete Kolonie Dona Francisca in St. Catharina, Südbrasilien, auf dem ca. 26° S. Br. gelegen. Die ersten zu Beginn der fünfziger Jahre von Theodor Rodowicz-Oswiecimsky[1] zusammengestellten meteorologischen und klimatischen Beobachtungen bieten ein interessantes Gegenstück zu den zur Zeit daselbst vorliegenden Verhältnissen, wie sie in den Beschreibungen von Henry Lange[2], W. Sellin[3], Dr. K. Kärger[4] und Ottokar Dörffel[5] mitgeteilt werden, und wie ich selbst Gelegenheit hatte, sie nach eigner Beobachtung und den Aussagen glaubwürdiger Zeugen kennen zu lernen.

Wurden in der That wohl gerechte Bedenken an der Kolonisationsfähigkeit der Niederung am Caxoeira-Flusse zu Beginn laut, so dürfte heute gerade dieser Fleck Landes in Bezug auf die Gunst des Klimas für die Pflanzenkultur selbst mit den gesegnetsten Landstrichen der Erde in Wettbewerb treten können. Die ständige Feuchtigkeit und die mit derselben in Zusammenhang stehende brütende Wärme und nebelige Ausdünstung des Bodens, über welche die ersten Kolonisten von Dona Francisca bitter Klage führten, ist geschwunden, seitdem die ganze Urwaldniederung entblöfst; an Stelle des sumpfigen, feuchten Bodens ist trockenes Ackerland getreten, und statt der dichten Nebel und dunstigen Atmosphäre, welche früher anhaltend über der ganzen Niederung lagerte, wechselt jetzt Sonnenschein mit wohlverteilten und reichlichen Niederschlägen ab (bis zu 2200 mm pro Jahr), welche der Agrikultur daselbst die denkbar günstigsten Bedingungen bieten. Gelingt es noch, den letzten Rest der sich in den Thalsenkungen des Niederungslandes ansammelnden Feuchtigkeit durch Entwässerungsanlagen zu entfernen, dann ist auch der letzte klimatische Feind, die Kälte in den Nächten der Wintermonate, beseitigt, welche den Bananen- und Kaffeepflanzungen oft recht empfindlichen Schaden zuzufügen vermag.

---

[1] Die Kolonie Dona Francisca in Südbrasilien. Hamburg 1853. S. 78 ff.

[2] Südbrasilien, die Provinzen São Pedro do Rio Grande, Santa Catharina und Paraná mit Rücksicht auf die deutsche Kolonisation. II. Aufl. Leipzig 1888. S. 13 ff.

[3] Das Wissen der Gegenwart. Leipzig-Prag 1885. Bd. XXXVII. S. 166.

[4] Brasilianische Wirtschaftsbilder. Berlin 1889. S. 32 ff.

[5] Die Kolonie Dona Francisca in der südbrasil. Provinz St. Catharina. Joinville 1882.

Dafs diese Verhältnisse sich günstig gestaltet haben, ist ausschliefslich die Folge der Entwaldung und der Kulturarbeiten der Ansiedler. Die Lebensbedingungen und der Gesundheitszustand dieser selbst haben natürlich infolge der veränderten klimatischen Verhältnisse in dem vierzigjährigen Bestehen der Kolonie eine besonders günstige Wandlung erfahren; das hervorzuheben ist indessen hier kaum der Ort, es kommt vielmehr hier darauf an, nachzuweisen, in welcher Weise das günstig umgestaltete Klima der Agrikultur zu nutze wird. Diese besteht darin, dafs Sonnenschein und Niederschläge in abwechselnder Thätigkeit die Vegetation beleben. Es sind — wenn auch nicht langwährende — Trockenzeiten geschaffen, welche die Erntearbeiten begünstigen wie die Trockenarbeiten der Ernte beschleunigen, ein Umstand, welcher z. B. bei der Kultur der Baumwolle wie des Tabaks und der Bearbeitung der gepflückten Kaffeebohne von besonders hohem Werte ist.

In dieser Beziehung trägt auch die Entwässerueg grofser Sumpfstrecken dazu bei, nicht nur den Ansiedlern selbst gesundere Existenzbedingungen zu schaffen, sondern der Agrikultur, ganz abgesehen von einer etwaigen Terraingewinnung, indirekt förderlich zu sein. Es mag auch nicht unerwähnt bleiben, dafs gerade die Viehhaltung, welcher in fast allen tropischen Ländern eine gewisse Vernachlässigung zu teil wird, aufserordentlich dankbar gegen die Verbesserung der klimatischen Verhältnisse ist, und dafs eine solche, systematisch durchgeführt, auch nach dieser Seite hin Gewinn abwirft.

Was die, wenn auch nur strichweise, Bewaldung der grofsen Prärieen und Savannen betrifft, so unterliegt es zwar keinem Zweifel, dafs eine solche in hohem Grade dazu beitragen kann, die klimatischen Zustände dem Ackerbau und der Viehzucht auf den endlosen grasbewachsenen Flächen förderlicher zu machen, doch erfordert eine solche Mafsnahme ebenso viel Zeit wie Ausdauer, da man nur schrittweise vorgehen kann, und steht privatwirtschaftlich heutzutage wohl in den wenigsten Fällen in einem richtigen Verhältnis zu den Kosten der Anlage. Ich darf daher hier wohl davon absehen, auf derartige Meliorationsbestrebungen, die übrigens bereits mit Erfolg versucht sind, näher einzugehen.

In Bezug auf die Bodenverbesserungen, wie solche durch Meliorationsarbeiten auf beschränkten Flächen wie auch durch Einrichtung eines rationellen Betriebes der Landwirtschaft herbeigeführt werden können, ist in den Tropen gegenüber den Leistungen, welche auf diesem Gebiete in der gemäfsigten Zone vorliegen, noch viel zu thun. Es liegen mir Beispiele aus den Subtropen vor, in denen trotz der Gunst des Klimas und reichlicher Feuchtigkeitsverhältnisse sich den-

noch die Agrikultur in einer wenig befriedigenden Lage befindet, und zwar ausschliefslich, weil man den Boden nicht zu behandeln und zu verbessern versteht. Dona Francisca liefert auch hier ein passendes Beispiel.

Der Boden ist daselbst meist das primäre Verwitterungsprodukt archäischen und etwa altpaläozoischen Gesteins, in der Niederung hie und da mit recenten Bildungen überlagert und auf dem Hochlande gen Westen mit Humus der Kampformation überdeckt. Als solcher ist der Boden, wie vorauszusehen, fast unterschiedslos relativ arm an Kalk und Phosphorsäure. 16 Bodenproben, auf welche ich später mehrfach näher eingehen werde, ergaben (bei 125° Cels. getrocknet und mit kalter Salzsäure 48 Stunden behandelt) im Mittel kaum einen Gehalt von 0,09% Kalk (in maximo 0,210%, in minimo 0,021%, in einem Falle sogar nur Spuren) und einen Gehalt von im Mittel 0,06% Phosphorsäure (in maximo 0,140%, in minimo 0,034%, in einem Falle sogar nur 0,017%) und 41 Gewässer des von der Kolonie eingeschlossenen Gebirges (Serra do Mar) zeigten im Mittel kaum 1 Härtegrad (in maximo 9,6 — ganz vereinzelter Fall —, in minimo 0,1 Härtegrad). Werden nun dem Acker weder Stallmist noch künstliche Düngungsmittel zugeführt, so ist natürlich seine Produktionsfähigkeit nach dem Gesetz des Nährstoffminimums erschöpft, sobald die Asche des abgebrannten Urwaldes und die etwa noch in leicht löslichem Zustande vorhandenen Mengen an Kalk und Phosphorsäure aufgezehrt sind. Es konnte daher nicht wundernehmen, dafs der Kolonist in Dona Francisca in Ermangelung einer hinreichenden Viehhaltung seine Felder alsbald abwirtschaftete. Anstatt ihnen nun durch starke und ständige Zufuhren von Kalk und Phosphorsäure wieder aufzuhelfen, überläfst er sie der Capoeira (verwildertes Buschland) und wendet sich der undankbaren und kostspieligen Waldbrandwirtschaft zu. Ein solches Verfahren ist gerade in den Tropen und Subtropen um so schärfer zu richten, weil hier auch noch so nährstoffarmer Boden dank der Gunst der Atmosphärilien und des Klimas bei genügenden Feuchtigkeitsverhältnissen gegen die kleinsten Gaben von Nährstoffen in einer Weise dankbar ist, für die wir bei uns im gemäfsigten Klima kaum einen Vergleich anzuführen vermögen. So lohnt derselbe auch — und das wird gleichfalls selten genügend gewürdigt — jede Art der Bodenlockerung in aufserordentlicher Weise, und niemals sollte dieselbe versäumt werden, wenn schwere Niederschläge die Oberfläche zugebunden haben. Die mechanische Lokerung des Bodens mufs in den Tropen einen Teil jener Bodenmürbung mit herbeiführen, welche wir bei uns dem Frost des Winters ohne unser Zuthun verdanken.

Die wichtigste Verbesserung der Vegetationsfaktoren, welcher wir in den Tropen begegnen, ist indessen die Bewässerung der Kulturen durch natürliche oder künstliche Bewässerungssysteme. Es giebt zwar auch in Guyana und Demerara[1] Entwässerungsanlagen in gröfserem Mafsstabe, und zur Trockenlegung von Terrain verdienen dieselben überall nicht minder wie in der gemäfsigten Zone Beachtung. Aber das Drainagesystem findet in den heifsen Ländern weniger Berücksichtigung, weil kalte Zeiten, wie bei uns der Winter mit seinen Schnee- und Regenmengen, dort weniger Wassermassen im Boden anhäufen, die es schnell abzuführen gilt, und weil bei der der unsrigen im Jahresmittel um 10—20° Cels. überlegenen Temperatur die Verdunstung der niedergeschlagenen Feuchtigkeitsmengen in den Tropen eine aufserordentlich rapide ist. So enthält der Boden der tropischen Länder vergleichsweis dauernd nur recht geringe Feuchtigkeitsmengen, selbst wenn seine Wasserkapacität auch eine sehr günstige ist. In der Hauptsache sind seine Kulturen weniger auf die in tieferen Bodenschichten sich ansammelnden und vermöge der Kapillarität aufsteigenden Feuchtigkeitsmassen angewiesen als vielmehr auf die Niederschläge, welche den Acker tränken.

Bekanntlich sind nun die meisten Regionen der Tropen und namentlich der Subtropen alljährlich kürzere oder längere Zeit periodisch oder unregelmäfsig trockenen Zeiten ausgesetzt, in denen die Kulturen Gefahr laufen zu verdorren und das Vieh zu verdursten, wenn der Landwirt nicht zu Hülfe kommt. Aller Reichtum des Bodens an Pflanzennährstoffen, jede Güte seiner Produktionsfähigkeit, alle Gunst der Temperaturen, des Klimas und der Atmosphärilien sind wirkungslos, wenn es den Kulturen an genügender Feuchtigkeit mangelt und die sengenden Strahlen der Sonne einen ausgedörrten und an Feuchtigkeit ausgesogenen Boden bescheinen. Ein solches Bild trostloser Verdörrung bietet sich alljährlich periodisch in allen Prärieen, Savannen, Campos, Steppen, Grasländern und Wüsten, und überall, wo der Baumwuchs fehlt, schliefst man zuerst auf monatelange intensive Trockenzeit. Aber auch in den kultivierten Gegenden leidet die tropische Agrikultur oft an Dürre, und totale Mifsernten sind häufig die Folge derselben, wenn nicht durch Bewässerungsanlagen Hülfsmittel geschaffen werden.

Es giebt Gegenden, in welchen sich die Trockenzeit mit aufserordentlicher Regelmäfsigkeit, Sicherheit und oft langer Dauer alljährlich einstellt; dort vermag der tropische Landwirt seinen Ackerbau, die

---

[1] Heinrich Semler, Die tropische Agrikultur. Wismar 1886. Bd. I S. 172.

Behandlung der Ernteprodukte und die Abwartung seiner Herde genau nach derselben einzurichten. Fällt in solchen Distrikten während der Vegetationszeit der Kulturen häufig und auch eine genügende Menge Regen, dann ist das Gedeihen derselben nach dieser Seite hin sichergestellt. Es giebt aber auch Gegenden, welche in Bezug auf die Regelmäfsigkeit der Niederschläge durchaus nicht sichergestellt sind, und andere, in denen dieselben so gering, dafs sie eine Agrikultur ohne Bewässerung überhaupt nicht gestatten, schliefslich solche, welche vollends jedes atmosphärischen Niederschlages jahrelang bar sind. Hier kann selbstverständlich ohne Bewässerungsanlagen, sei es natürlichen sei es künstlichen, von einer Pflanzen- und Tierproduktion nicht die Rede sein.

Die natürlichen Verhältnisse haben nun dazu geführt, schon seit der frühesten Zeit der Einrichtung von Bewässerungssystemen ganz besonderen Eifer zuzuwenden, und so haben sich dieselben an verschiedenen Orten je nach den geologischen und physikalischen Verhältnissen eines Gebietes und nach den Bedürfnissen der Ackerbauer eingebürgert. Auch in unseren deutschen Kolonieen wird man nicht umhin können, manchen Ortes der Frage der Bewässerung durch Bewässerungssysteme nahe zu treten, will man die agrikulturelle Fähigkeit des Landes voll und ganz ausnützen. Es scheint mir daher von Wert zu sein, als Einleitung hier einige bewundernswert angelegte und bis jetzt wohl wenig in der landwirtschaftlichen Litteratur bekannte Systeme vorzuführen. Dieselben werden vornehmlich zeigen, bis in welch hohem Grade sich die tropische Landwirtschaft von der Ungunst der natürlichen Vegetationsfaktoren unabhängig zu machen verstanden hat, und verdienen daher bei der Beurteilung des Wertes unserer Besitzungen in ihrer agrikulturellen, wenn auch zum Teil erst zu erweckenden Leistungsfähigkeit wohl bekannt und verstanden zu werden.

Als besonders interessante und wegen der Verschiedenheit der Systeme lehrreiche Beispiele seien die **Bewässerungsanlagen** von Madeira, der Oase Dachel in der lybischen Wüste, der Oasen in Südalgerien, Ägyptens mit Hülfe des Nilstroms, Californiens und Indiens herangezogen.

Die Insel Madeira[1] ist eine vulkanische Erhebung inmitten des Meeres, sie hat eine Länge von ca. 55 Kilometer von Ost nach West und eine Breite von ca. 22 Kilometer. In der Längsrichtung der Insel zieht sich ein hoher Gebirgskamm mit Spitzen bis zu 1860 Meter Höhe,

---

[1] Die Darstellungen sind entnommen den eigenen Aufzeichnungen gelegentlich eines dreiwöchentlichen Aufenthalts in Funchal im März 1889 und dem „Handbuch für Madeira" von Prof. Dr. Paul Langerhans. Berlin 1885.

so dafs das Gefälle des Gebirges ein sehr erhebliches ist — der höchste Berg, der Pico Ruivo, hat im Mittel einen Abfall von ca. 1 : 3,75 nach der Nordküste und ca. 1 : 6 nach Funchal und der Südküste — und die Bodenfeuchtigkeit in den tieferen Verwitterungsschichten keinen Halt findet. Die Höhengrenze des Kulturlandes reicht auf der nördlichen wasserreicheren Seite bis zu 930 Meter, auf der südlichen bis zu 775 Meter, in geschützten Lagen bis zu 870 Meter. Der Boden Madeiras ist, von wenigen miocänen Bildungen abgesehen, das Verwitterungsprodukt des eruptiven Gesteins, welches in seinen unteren Lagen im Norden vornehmlich Diabas, Hypersthenit und Diabasporphyr repräsentiert, in den höheren basaltische und trachytische Laven und Tuffe. Infolgedessen ist der Boden reich zu nennen an allen anorganischen Pflanzennährstoffen und von guter physikalischer Beschaffenheit. Aber nur dem ausgebildeten Bewässerungssystem der Insel ist es zu verdanken, dafs der Boden eine üppige Vegetation produziert. Monatelang fällt im Sommer im Bereiche des Kulturlandes nahe der Küste kein Tropfen Regen, wie folgende Zusammenstellung darthut[1], und während dieser Zeit ist dasselbe den glühendsten Sonnenstrahlen ausgesetzt.

Regenmenge in Funchal
während der Sommermonate und in Summa pro Jahr in mm

Monate	1855	1865	1866	1867	1868	1869	1870	1871	1872	1873	1874	1875	1876	1877	1878	1879	1880	1881	1882	1883	Mittel 1865/83
April	3	113	48	0	48	0	50	28	125	99	15	23	36	49	45	10	27	85	15	29	49
Mai	27	37	46	22	2	23	10	54	18	8	10	3	45	28	10	0	55	20	31	93	27
Juni	0	0	21	29	0	48	0	9	0	18	32	0	8	56	1	9	0	38	25	18	16
Juli	0	2	1	0	0	0	2	0	2	0	0	0	2	6	5	0	6	0	0	0	1
August	0	4	0	0	8	1	2	0	0	0	0	0	0	1	4	0	14	1	0	0	2
Septbr.	34	31	2	13	83	0	2	30	59	1	10	21	8	64	0	28	0	3	1	1	19
in Summa pro April-Septbr.	64	187	118	64	141	72	67	121	204	126	67	47	99	204	65	47	102	167	72	141	104
in Summa pro Jahr	780	712	838	1248	329	406	832	713	686	669	519	450	1033	391	796	752	419	610	386	773	651

Das Klima ist mäfsig feucht und nimmt mit der Erhebung über dem Meer an Feuchtigkeit zu. Die Ermittelungen über die relative

[1] Langerhans, Handbuch für Madeira. S. 96 u. 97.

Feuchtigkeit der Luft schwanken zwischen 60 und 88 und betragen im Mittel ca. 70, die regenlosen Monate Juni, Juli und August zeichnen sich durch relativ hohen Feuchtigkeitsgehalt aus. Der Thaufall ist an der Küste unbedeutend, höher an den Bergen hinauf wieder stärker. Die Tiefe des Bodens von hellbrauner Färbung ist verschieden. Feuchtigkeit vermag derselbe tiefer liegenden Schichten oder Gestein nicht zu entnehmen; dieselbe kann ihm nur von oben zu teil werden. An den hohen Gebirgen der Insel haften indessen fast das ganze Jahr hindurch die Wolken, die Spitzen und den Kamm der Höhe verhüllend, und schlagen hier die Wassermassen nieder, die in den Thälern und an der Küste zur befruchtenden Bewässerung herangezogen werden. Selten wohl hat ein Eiland eine so aufserordentlich grofse Anzahl von Flüfschen und Bächlein aufzuweisen, wie das kleine Madeira, und fast sämtlich sind dieselben zur Bewässerung des Landes herangezogen. Ein Blick auf eine Karte von Madeira genügt, um verständlich zu machen, wie es möglich ist, dafs trotz der dörrenden Sonnenstrahlen und regenlosen Sommermonate die kleine Insel stets in grünem Schmucke prangt, durch den sie so vorteilhaft von den wasserärmeren Canarischen Inseln absticht.

Überall, wo die Bäche von den Häuptern der Berge herabrieseln und wo Quellen aus hohlem und tuffartigem Gestein zu Tage treten, werden die Gewässer gesammelt und in sorgfältig angelegten Leitungen, sog. Levadas, dem Kulturlande der tieferen Regionen zugeführt. Hier verzweigen sie sich gleich den Wurzeln eines Baumes und führen das Wasser zu den verschiedenen Landparzellen, deren Besitzer durch Kauf oder sonst ein Recht darauf erworben haben. Diese Parzellen pflegen durch Mauern voneinander abgeschlossen zu sein, um eine vollständige Überflutung des Bodens und Übersättigung desselben mit den Wässern zu gestatten. Jede Lavada wird von einer Kommission verwaltet, gewählt von den Landbesitzern, deren Land in ihrem Bereich liegt, oder aber ein einzelnes Individuum, der Juiz da Levada, ist mit der Verwaltung betraut. Das ist denn meist der gröfste Besitzer des Gebiets und seine Entschädigung besteht ebenfalls aus Wasser. Dasselbe wird in vorgeschriebener Reihenfolge auf die einzelnen Grundstücke geleitet, von denen jedes eine bestimmte Zahl Stunden den gesamten Wasserstrom empfängt; es dauert zwischen 15 und 40 Tagen, bis alle bewässert sind und der „Giro“ wieder von vorn anfängt. Ein besonderer Beamter der Levada, der Levadeiro, besorgt die Verteilung, und es begreift sich bei der enormen Bedeutung des Wassers für den Anbau leicht, dafs jedermann sehr hartnäckig auf sein Recht besteht, und infolgedessen häufig Prozesse aus der Wasserverteilung entstehen. Natür-

lich fällt die Zeit, wo der einzelne das Wasser empfängt, ebenso oft auf die Nacht als auf die hellen Tagesstunden, und es ist eine besonders bei Nacht amüsante Scene, zu sehen, mit welcher Aufregung der Strom in Empfang genommen wird, der meist durch ein Loch in der Mauer hereinkommt und sofort bei Fackelschein und mit lautem Geschrei von eifrigen Arbeitern über das ganze Grundstück verteilt wird. Ein Teil des Wassers dient stets zur Füllung der verschiedenen Behälter, aus denen dann das Land begossen wird, bis das Grundstück wieder an die Reihe kommt.

Dank dieser Einrichtungen ist man im stande, während der regenlosen Zeiten den Kulturen die genügende Feuchtigkeit zuzuführen; sie ausschliefslich zaubern an der Küstenzone eine Bild üppiger tropischer Vegetation hervor und bewahren dieselbe vor den versengenden Strahlen der Sonne, welche überall, wo es an Bewässerung fehlt, die Vegetation zum Absterben bringt und die menschliche Kulturarbeit vereitelt.

Die Levadas sind oft grofsartig angelegt, und da die Nordseite die wasserreichere ist, hat man sogar nicht die Kosten gescheut, von dieser auf die wasserärmere Südseite durch einen ca. 430 Meter langen Tunnel aus dem Thal des Ribeira da Janella eine Levada zu leiten. Eine andere Leitung Levada do Furado erhielt die ansehnliche Länge von sechs deutschen Meilen, entsprach jedoch nicht den gehegten Hoffnungen. Nur der Unfähigkeit und Trägheit der Bewohner und ihrer Unkenntnis jeglicher rationellen Kultur ist es zuzuschreiben, dafs häufig die Erträge der Felder und Gärten nicht den grofsen Mühen und dem Aufwand an Kosten entsprechen, welche die Bewässerungsanlagen verursacht haben. Gedüngt wird selten und meist ungenügend, und im übrigen ist die Anwendung des Pfluges, des Spatens und der Hacke auch nur eine sehr oberflächliche und lässige. Käme hier ein rationeller Betrieb der Bewässerung zur Hülfe, dann erst würde die Produktionskraft des Bodens und die aufserordentliche Güte und Gleichmäfsigkeit des Klimas und der Temperatur[1] voll ausgenutzt. Aber man macht hier, wie in so vielen Ländern mit romanischer Bevölkerung, die traurige Erfahrung, dafs diese Rasse trotz all ihrer intellektuellen Fähigkeiten es fast nirgend in ihren gesegneten Klimaten versteht, den kaum berechenbaren Vorzug, welchen ihre Kulturen vor denen des gemäfsigten und des kalten Klimas in der Vegetationskraft ihres Klimas und ihrer Atmosphärilien besitzen, voll und ganz auszunutzen.

[1] Die mittlere Jahrestemperatur beträgt nach Langerhans 1865—1872 18,8° Cels., 1873—1883 18,7° Cels.; das höchste absolute Maximum während der 18 Jahre 32,5° Cels., das geringste absolute Minimum 7,6° Cels.

Wenn auch nicht grofsartiger, so doch relativ erfolgreicher sind die Bewässerungsanlagen, welche in Süd-Algier dank der unermüdlichen kulturverbessernden Thätigkeit der Franzosen entstanden sind, und diejenigen, von denen Zittel aus der lybischen Wüste berichtet[1].

In der ganzen Sahara und dem Gebiet der lybischen Wüste gehört das vorherrschende Gestein der oberen Kreide an. Dyas, Trias, Jura und untere Kreide ist nirgend vorhanden. Paläozoische Ablagerungen ziehen sich westlich, unmittelbar am Fufse des Atlas beginnend, weit in das Herz der Sahara hinein, und im übrigen sind noch meist isoliert und vornehmlich am Rande der Wüste Gneis, krystallinische Schiefer, Granit wie auch Basaltdurchbrüche anzutreffen. Marine Tertiärablagerungen, welche noch im Atlas und nördlich von den Schotts anzutreffen sind, verschwinden in der Sahara. Auf dem festen Kreidegestein der Sahara ruht unmittelbar ein sandig-lehmiges Gebilde, worin kohlensaurer Kalk, Gips oder Steinsalz als Bindemittel auftreten; dasselbe wird durch Regen aufgeweicht und durch Sonne wieder aufgetrocknet und liefert dort, wo es recht sandiger Natur ist, vermehrt durch die Verwitterungsprodukte der Erhöhungen, den Wüstensand und Wüstenstaub der Sahara.

Dem geologischen Aufbau der afrikanischen Wüste ist es zu verdanken, dafs der lockere Boden derselben nicht arm zu nennen ist an einer grofsen Reihe der wichtigsten Pflanzennährstoffe. Kalk, Kali, Natron, Chlor, Schwefel und Eisen sind meist in grofsen Mengen im Wüstenboden vorhanden, und auch Phosphorsäure wird in den Verwitterungsprodukten der basaltischen Gesteine geboten, welche in Tuareg und Tibesti sogar ganze Gebirgsketten bilden. Vornehmlich aber geht dieselbe hervor aus den Zersetzungsprodukten der in der Kreide oft reich abgelagerten Petrefacten. Zwar fehlt es an Humus und Stickstoffmengen im Boden, doch ist dieser Mangel in den Tropen und Subtropen von geringerer Bedeutung für die Vegetation als bei uns im gemäfsigten Klima. Die Atmosphäre der Wüste stellt der Vegetation einen gegen mitteleuropäische Verhältnisse hohen Gehalt an Kohlensäure (bis 4,9 Volumteile in 10 000) zur Verfügung.

Das, was den afrikanischen Wüsten ausschliefslich ihren vegetationslosen und unwirtlichen Charakter verleiht, ist der Mangel an Wasser und Niederschlägen. Die tektonische Einförmigkeit und das Fehlen hoher Gebirge verhindern oder beschränken in der Sahara den

---

[1] K. A. Zittel, Beiträge zur Geologie und Paläontologie der lybischen Wüste und der angrenzenden Gebiete von Ägypten. Cassel 1883. Palaeontographica, Bd. XXX.

Kondensationsprozeſs des Wasserdampfes, und die geringen Mengen Feuchtigkeit, welche in einigen Regionen zeitweis niederfallen, werden, wo sie nicht in Felsen und Felsritzen einsickern oder von im Untergrund lagernden thonigen Sedimenten Aufnahme und Zurückhaltung finden, von den ungehindert über die weiten flachen Landstrecken jagenden Winden bald entführt.

Auf der Hochebene von Esneh und Fâjun können Jahrzehnte vergehen, ohne daſs ein kräftiger Regenschauer den vom Flugsand glatt gescheuerten Felsboden befeuchtet. Und in der westlichen Sahara fallen kaum zwei- bis dreimal im Jahre ausgiebige Regenschauer, um die Entwicklung einer Vegetation für kurze Zeit zu gestatten. Aber dieselbe wird dann, wie Zittel sich ausdrückt, wie durch Zauberspruch hervorgelockt und überzieht grünend und blühend den flachen Sand, um in Bälde unter den sengenden Sonnenstrahlen zu verdursten und zu ersterben. Häufig sammelt sich zwar auch Feuchtigkeit in geringer Tiefe, wo die Verhältnisse der unterwärts gelagerten Sedimente ein Entweichen derselben erschweren oder unmöglich machen, und hier wird die Existenz einer bleibenden Vegetation ermöglicht, die nutzvolle Weideplätze liefert. Nur da, wo das Grundwasser in geringer Tiefe unter der Oberfläche den Boden befeuchtet oder wo eine Quelle hervorsprudelt, kann das pflanzliche Leben dauernd gedeihen. Wo der letzte Tropfen des von der Quelle gespeisten Kanalsystems verrinnt, da erstirbt auch die grüne Pflanzendecke, und unmittelbar neben Palmgärten und fruchtbaren Saatfeldern beginnt die Hammâda oder die fahlgelbe Sandwüste in ihrer ganzen Trostlosigkeit.

Wären die hydrosphärischen Verhältnisse der afrikanischen Wüstenländer ausschlieſslich von den spärlichen atmosphärischen Niederschlägen, sporadisch auftretendem Grundwasser und den vereinzelten Quellen, die aus benachbarten Bodenerhebungen gespeist und von zeitweiligen Niederschlägen aufgefrischt werden, abhängig, dann wäre wohl jede Aussicht ausgeschlossen, die Wüste auch an anderen Orten zu kulturfähigem Boden umzugestalten. Daſs dieses vielerorts vollständig und in bewundernswerter Weise gelungen, ist dem Umstande zu verdanken, daſs der geologische Aufbau der Sahara und lybischen Wüste die Anlage artesischer Brunnen mit zuweilen ganz auſserordentlich ergiebigen Wassermassen gestattet. Unter und in den Kreideschichten cirkulieren manchen Orts Gewässer von so groſser Masse, daſs man sogar von unterirdischen Flüssen redet, die nach glaubwürdigen Zeugen wiederholt lebende Fische in den artesischen Brunnen zu Tage gefördert

haben[1]. Gelingt es, ein derartiges Terrain ausfindig zu machen, das die Anlage artesischer Brunnen zu Bewässerungszwecken gestattet, so ist auch die Agrikultur einer solchen Lokalität gesichert, und an Stelle des Wüstenbildes tritt eine grünende und blühende Oase.

Die unterirdischen Wässer haben meist eine sehr hohe Temperatur von 26—40° Cels., und das Wasser führt bedeutende Mengen wichtiger Pflanzennährstoffe mit sich. Die Analyse eines Wassers von Bir Kerani, entspringend in weichem grünlich-grauem Blätterthone der oberen Kreide, führt nach Zittel[2] in 1000 Teilen:

freien Schwefelwasserstoff	0,0182
Chlorkalium	0,1344
Chlornatrium	1,1223
doppeltkohlensaures Natron	0,7480
schwefelsauren Kalk	1,0722
doppeltkohlensaure Magnesia	0,0962
schwefelsaure Magnesia	0,2373
doppeltkohlensaures Eisenoxydul	0,0555
Thonerde	0,0236
Kieselsäure	0,0327
Phosphorsäure	0,0051
organische Substanz	0,0756
Salpetersäure	Spur
Lithion	—
Summa:	3,6211

Die Wässer stehen in der lybischen Wüste in verschiedener Tiefe meist 30—40 Meter unter der Erdoberfläche, und werden durch Brunnenschächte erschlossen. Das warme Wasser sprudelt in einem mächtigen und gewaltsamen Strome hervor, nachdem die wasserdichte Deckschicht durchbrochen, so dafs die Anlage artesischer Brunnen daselbst mit Gefahr für den Arbeiter verbunden ist. Tritt das Wasser an die Oberfläche, so wird es in Kanälen nach allen Richtungen hin abgeleitet, und nach der Zahl und Stärke der Quellen richtet sich die Fläche des in Kultur zu nehmenden Landes und die Gröfse der neuen Oase. Zu den berühmtesten Bewässerungsanlagen dieser Art gehört der Brunnen von Rhadâmes in der Sahara, welcher ein 25 Meter langes und 15 Meter breites Becken füllt und durch fünf Bäche ein Areal von 75

[1] K. A. Zittel, Beiträge zur Geologie und Paläontologie der lybischen Wüste u. s. w. S. 145.

[2] K. A. Zittel, Beiträge zur Geologie und Paläontologie der lybischen Wüste u. s. w. S. 144.

Hektar bewässert, ferner in der lybischen Wüste der Sonnenquell der Ammonsoase, sowie die schon von den alten Ägyptern und Römern angelegten Brunnen in den Oasen Chargeh und Dachel.

Über die Bewässerungsanlagen in der letzteren berichtet Zittel Folgendes ausführlich: „In der Umgebung von Kasr Dachel sprudeln allein 30—40 mächtige Thermen hervor, und ihre Zahl kann fast beliebig vermehrt werden. Die älteren Quellen kommen entweder freiwillig aus Spalten eines dichten Kreidemergels hervor, oder sie wurden schon in einer Zeit gegraben, welche der Tradition der Oasenbewohner entrückt ist. Die neuern Brunnen werden in der Weise hergestellt, dafs mit unsäglicher Mühe lediglich durch Handarbeit ein Schacht abgeteuft wird. Hat derselbe die Kreidemergel durchsetzt, so werden aus Akazienholz gezimmerte Kästen von etwa 0,6 Meter im Geviert aufeinandergesetzt, durch Zapfen vernietet und die letzte weifse Sandsteinbank durchgestofsen. Diese Operation ist nicht ohne Gefahr, denn das Wasser strömt mit solcher Gewalt hervor, dafs die Arbeiter Mühe haben, zu entrinnen; es füllt den Brunnen rasch bis zum Rande, fliefst von da in zahlreiche Gräben und verwandelt wie durch Zauber die öde Wüste in frische grünende Gärten. Man sollte denken, dafs jeder neue Brunnen die zunächst gelegenen in ihrem Wasserreichtum beeinträchtigen müfste, allein bis jetzt hat sich eine derartige Erscheinung noch nirgend gezeigt. Der unterirdische Behälter scheint geradezu unerschöpflich zu sein. Wir hatten Gelegenheit, die segensreiche Wirkung eines vor sechs Monaten angelegten Brunnens zu beobachten. Man führte uns durch eine öde, mit handhohem Flugsand bedeckte Ebene nach einem niedrigen Hügel, wo das Wasser aus der Quelle in ein vielfach verzweigtes System von Gräben und Kanälchen über ein sanft geneigtes Terrain abflofs. Bis zu der Stelle, wo die äufsersten dünnen Wasserfädchen des Kanalnetzes im Sande verrieselten, war die Wüste in ein prachtvolles grünendes Weizenfeld umgewandelt; dazwischen keimten bereits Datteln- und Akazienschöfslinge, so dafs in wenigen Jahren ein stattlicher Palmenhain den der Kultur gewonnenen Boden beschatten wird. Fast mit Sicherheit läfst sich den Oasen eine bessere Zukunft voraussagen, wenn erst die Erkenntnis festen Fufs gefafst haben wird, dafs die Zahl der Quellen beinahe unbeschränkt vermehrt werden kann; wenn zweckmäfsigere und weniger Zeit raubende Methoden zur Bohrung artesischer Brunnen in Anwendung gebracht werden, dann kann der kultivierbare Boden der Oase Dachel, die jetzt von etwa 17000 Menschen bewohnt wird, leicht die zehnfache Anzahl besser und reichlicher ernähren als jetzt. Der Beweis hierfür braucht nicht erst geliefert zu werden; die zahlreichen Ruinen altägyptischer

Dörfer in den Oasen Chargeh und Dachel, die stattlichen, aus mächtigen Sandsteinquadern erbauten Tempel mit schön erhaltenen Hieroglyphen inmitten öder Wüstenstriche, die verschütteten Brunnen, deren Lage vielleicht noch hier und dort durch eine verkümmerte Baumgruppe bezeichnet ist, die zahllosen vermoderten Baumstümpfe zwischen versandeten Feldern, deren Einteilung sich noch erkennen läfst, sprechen deutlicher als alle schriftlichen Urkunden für die einstige Blüte der Oasen unter den altägyptischen Königen, die nicht durch Veränderung der physikalischen Verhältnisse, sondern durch die Verwüstungen der Menschen zu Grunde ging."

Mit grofsem Geschick und Erfolg ist es den Franzosen in Algerien gelungen, durch Bewässerungsanlagen die Agrikultur des Landes zu heben. Nicht nur haben sie im Gebirge durch Konstruktion von mächtigen Sammelbassins Wasseransammlungen zur Bewässerung der Thäler in trocknen Zeiten ermöglicht, sondern vornehmlich seit 1856 in Südalgerien durch Anlage zahlreicher artesischer Brunnen systematisch der Wüste grofse Flächen zu Kulturzwecken abgerungen. Theobald Fischer führt in seiner mustergültigen Abhandlung „Die Dattelpalme, ihre geographische Verbreitung und kulturhistorische Bedeutung"[1] die Kulturarbeiten auf, welche die Franzosen dort zum Segen der Einwohner und zur Förderung des Handels vollzogen.

Schon in früheren Zeiten verstanden sich die Bewohner der Oasen Südalgeriens, besonders des Wed Rhir, auf die Einrichtung artesischer Brunnen, eine Kunst, die ihnen wahrscheinlich von den Römern überkommen war. Schächte wurden in die Erde getrieben und mit Palmenholzblenden verkleidet: die gröfste Schwierigkeit begann aber erst, wenn man die Schicht des Hangenden über dem Wasser erreicht hatte und das Wasser, nach Durchstechung der meist aus festem Kalkstein bestehenden Schicht, mit grofser Gewalt emporstrudelte. Nur durch von Negern verrichtete Taucherarbeit konnte der Brunnen noch weiter vertieft und von Sand gereinigt werden. Diese Arbeit forderte manches Menschenleben zum Opfer, und der Beruf der Taucher war daher ein ebenso gefahrvoller wie auch hochwichtiger und geachteter. Indessen waren diese Brunnen von keinem Bestand und verfielen, sobald die Holzeinkleidung verfaulte. Daher trafen die Franzosen die Oasen südlich des Atlas zur Zeit, als sie von dem Lande Besitz ergriffen, in einem bereits zurückgegangenen Zustande, auf welchen von Sand verwehte Brunnen und einstige Palmengärten hinwiesen. Es ist das Verdienst des französischen Generals Desvaux, welcher der Sache seine

[1] Dr. A. Petermanns Ergänzungsmitteilungen 1881. No. 64.

Aufmerksamkeit zuwandte, durch Bohrung artesischer Brunnen, mit Hülfe europäischer Technik, eine neue Ära für die Wüstenbevölkerung ins Leben gerufen zu haben, nachdem durch Mineningenieure 1853 das Vorhandensein einer ausgiebigen unterirdischen Wasserschicht nachgewiesen war. Der Ingenieur Jus leitete 1856 in der Oase Tunema in der Nähe von Tuggurt die Bohrungen ein, und ein Wasserstrom, welcher 4010 Liter in der Minute förderte — 610 Liter mehr als der bekannte Brunnen von Grenelle bei Paris —, war das erste Resultat. Ein ähnlicher Erfolg wurde in der nahen Oase Sidi Rasched erzielt wo ebenfalls infolge Verfalls und Versiegung der alten Brunnen die Kulturen schon dem Untergange geweiht waren, und die Sanddünen die Palmen bereits bis zu ihren Wipfeln im Sande begruben. Hier förderten die Franzosen, nachdem die Eingeborenen bis zu 40 Meter Tiefe vergeblich gearbeitet und vor der Festigkeit einer von ihnen nicht zu durchbrechenden Gipsbank Halt gemacht hatten, einen Strom von 4300 Liter pro Minute zu Tage. Mit grofsem Eifer setzten sie die Arbeiten überall fort, und es gelang ihnen allein in den 24 Jahren von 1856—1879 in der Provinz Constantine im ganzen 167 Bohrungen auf aufsprudelnde Brunnen in einer Tiefe von im Durchschnitt ca. 80 Meter auszuführen. Diese Bohrungen liefern 153 758 Liter Wasser pro Minute, von denen 145 248 gefafst worden sind. Ferner sind von den Franzosen während dieser Zeit noch weitere 280 Bohrungen von im Durchschnitt ca. 20 Meter Tiefe vorgenommen, und am 1. Juni 1879 betrug nach Jus die Gesamtlänge aller Bohrungen 19 736 Meter und die Wassermassen aus den artesischen Brunnen schwankten pro Loch und pro Minute zwischen 3—4800 Liter. Der artesische Brunnen von Tala-em-Mnidi, 1878–1879 erbohrt, ergab sogar 5000 Liter pro Minute und war so gewaltsam, dafs er fast zwei Kilo schwere Steine aus beträchtlicher Tiefe mit emporrifs. Die Tiefe aller Bohrungen schwankt zwischen wenigen und 214 Meter, 60—80 Meter dürfte aber bei diesen Anlagen die mittlere Tiefe sein.

Die Kosten der sämtlichen Arbeiten betrugen ca. 1 000 000 Frcs.; dieselben wurden bestritten teils von der Regierung, teils von den Eingeborenen und europäischen Ansiedlern. Das Wasser ist bald süfs, bald brackig, bald salzig. Es enthält gemeiniglich pro Liter 1—3 gr schwefelsaures Natron, 1—2 gr schwefelsauren Kalk, Chlornatrium, Chlormagnesium und kohlensauren Kalk. Die Temperatur desselben beträgt gemeiniglich 23–25° Cels., steigt aber auch bis zu 35° Cels., ein Bewässerungsmedium, welches dem Gedeihen der Dattelpalme besonders zusagt, zumal wenn dasselbe brackig ist.

Die Kultur der Dattelpalme ist es vornehmlich, welche den Be-

wohnern der Oasen Unterhalt gewährt, trotzdem die Pflanze verhältnismäfsig hohe Wassermassen beansprucht. Man bewässert sie das ganze Jahr, am meisten jedoch im Frühjahr vor der Blüte und im Sommer vor der Fruchtreife. In Biskra rechnet man 100 cbm Wasser auf jeden Baum während der heifsen Zeit, in welcher kein Regen fällt. Der Boden der algerischen Wüste sagt dieser Kulturpflanze vornehmlich zu, er bietet derselben genügende, oft reichliche Mengen von Natron und Kali-Salzen, auch ist daselbst der Gehalt des Wüstensandes an Kalk in den meisten Fällen ein aufserordentlich hoher. Es liegt eine Analyse aus jenen Oasen vor, nach welcher der Wüstensand 13 % schwefelsauren und 7 % kohlensauren Kalk aufweist. Auch Gerste und Weizen werden kultiviert, wo genügende Feuchtigkeitsmengen den artesischen Brunnen entspringen. Atmosphärische Niederschläge werden nur sehr sporadisch und dann auch nur in sehr geringen Mafsen den Oasen Südalgeriens zu teil. Tuggurt, Wargla, Ghârdaja auf dem etwa 33° N. Br. haben z. B. keine regelmäfsige Regenzeit; es vergehen dort oft Jahre, ohne dafs ein Tropfen Wasser fällt, und von Tuat und Ghâdames (Rhâdames) sagt Rohlfs, dafs es dort jahrelang nicht regne, ja zuweilen in 20 Jahren nur einmal. Das sind klimatische oder besser hydrosphärische Verhältnisse, mit denen ein Ackerbauer der gemäfsigten Zone jede Rechnung für unmöglich halten würde, lägen nicht jene Beispiele blühender Kulturen vor uns!

Von welcher Bedeutung die Bewässerung für Südalgerien geworden, dafür liefern folgende Zahlen einen Beweis. Im Mai 1856 zählte die Oasengruppe Wed Rhir 25 bewohnte Orte mit 6772 Einwohnern. Die 31 Oasen derselben hatten 359 300 Dattelpalmen und 40 000 andere Fruchtbäume, welche von 282 von den Eingeborenen gegrabenen artesischen Brunnen bewässert wurden, von denen die wichtigsten im Begriff waren, zu versiegen. Dazu kamen 21 natürliche Quellen oder alte Brunnen. Diese Einrichtungen gaben 52 767 Liter Wasser pro Minute, und im Mittel in der Minute auf jeden Palmbaum 0,146 Liter. Am 1. Juni 1879 zählte der Wed Rhir dagegen 26 bewohnte Orte, 12 827 Bewohner in 37 Oasen, 517 563 Dattelpalmen und 90 000 andere Fruchtbäume. Die Pflanzungen wurden bewässert von 434 artesischen Brunnen der Eingeborenen, 59 artesischen Brunnen der Franzosen mit eisernen Röhren und 16 alten Quellen, welche alle zusammen 164 078 Liter in der Minute, d. i. 0,317 Liter in der Minute auf jeden Palmbaum gaben. Davon kommen nur 64 248 Liter auf die Brunnen und Quellen der Eingeborenen und 99 830 Liter auf die 59 von den Franzosen gebohrten Quellen. Während also jene im Mittel 143 Liter

pro Minute ergaben, lieferte jeder Brunnen der Franzosen im Mittel 1690 Liter in der Minute.

Der Wert der Oasen wurde bereits 1879 auf 5 505 018 Frcs. geschätzt, der frühere von 1856 auf 1 654 000 Frcs., was einer Vermehrung des Nationalvermögens dieser Oasen um gegen 4 000 000 Frcs. entspricht.

Wir sehen also, wie hier in der That von den Franzosen ein grofses Kulturwerk ausgeführt worden ist, dafs sie nicht nur die Sahara in friedlicher Weise erobert, sondern auch den Wert ihrer algerischen Kolonieen bedeutend erhöht haben. Dieser Wert wird noch beständig steigen, wenn die Palmenlandschaften durch gute Verkehrswege mit dem Meere verbunden worden sind und ein rascher Absatz der Dattel, dieses Kulturträgers der Wüste, überall ermöglicht ist. Es bedarf nur fleifsiger Hände, um die verborgenen Wasserströme vermittelst moderner Technik und Mechanik an die Oberfläche zu locken, und die sterile Wüste wird an vielen Orten in ein neues fruchtbares Kulturland umgewandelt, das den versunkenen Vorbildern früherer Zeiten in der lybischen Wüste in nichts nachsteht.

Lehrten die obigen Beispiele die Kunst der Bewässerung und Kultivierung unfruchtbarer und öder Ländereien in kleinem Mafsstabe, so bedarf es nur eines Hinweises auf die Landwirtschaft Ägyptens, Californiens und Indiens, um zu zeigen, dafs nicht nur kleine, räumlich engbegrenzte Distrikte, sondern sogar grofse Landstrecken und Thäler allein durch ein rationelles Bewässerungssystem einer ertragreichen Agrikultur zugänglich gemacht werden können.

„Die künstliche Bewässerung ist eine Lebensfrage für die ganze ägyptische Landwirtschaft“, sagt Max Eyth[1]. In den regelmäfsigen Überschwemmungen bietet der Nil dem Lande nur während weniger Monate ohne künstliche Hülfsmittel genügende Feuchtigkeit und Düngung. Ist der Strom zurückgetreten, dann mufs das Wasser mit mechanischen Mitteln zeitweise in das Land hineingeleitet werden, um die Kulturen zu bewässern. Das ägyptische Ackerland liegt in weiten ebenen Flächen, welche kreuz und quer von gröfseren und

[1] Max Eyth, Wanderbuch eines Ingenieurs. 2. Ausgabe. 1886. S. 163 ff. — Neher, Landwirtschaft in Ägypten, II. Teil: Ackerbau und Viehzucht. Fühlings landwirtsch. Zeitung 1885. Jahrgang XXXIV. S. 397—402.

Während der Korrektur veröffentlicht Max Eyth eine sehr lehrreiche Darstellung der alt- und neuägyptischen Bewässerungssysteme: „Das Wasser im alten und neuen Ägygten“. Auszug eines Vortrages, gehalten im Klub der Landwirte zu Berlin. (Mit zwei Tafeln.) Deutsche Landwirtschaftliche Presse 1891. Nr. 54.

kleineren Kanälen durchzogen werden. Nur die hohen Dämme der Wasserkanäle bieten dem Auge Grenzen; zerstreut an denselben findet man Cisternen, auf welchen Schöpfräder von Vieh getrieben werden. Nach dem Niveau des Bodens unterscheidet man Äcker, welche während des ganzen Jahres natürlich bewässert werden können und solche, welche höher liegen und während des Jahres einer öfteren künstlichen Bewässerung unterworfen werden müssen. Schon Mahomed Ali brachte zu diesem Zwecke die ersten grofsen Dampfmaschinen nach dem Orient und Ismael Pascha liefs vor 15 Jahren die gröfsten und schönsten Pumpwerke am Nil entlang errichten. Dann legte man den Ibrahimia-Kanal an, welcher in einer Entfernung von 1/4 Stunde auf der Höhe des bebauten Landes, 6—9 Meter hoch über dem Spiegel des Stromes, dem Nil parallel läuft und den gröfsten Teil Mittelägyptens bis zum Rande der Wüste oder bis zu dem von den alten Ägyptern gebauten, jetzt jedoch versandeten Joseph-Kanal während der ganzen Jahreszeit mit Wasser versorgt. Zwischen dem Ibrahimia- und dem Joseph-Kanal liegen die riesigen Zuckerfelder dieses Landes und der Reichtum Ägyptens. Auf dem schmalen Streifen zwischen dem Nil und dem Ibrahimia Kanal befinden sich die meisten Dörfchen und Städte des Landes, die neuen Zuckerfabriken und die grofsen Dampfpumpen des vorigen Jahrzehntes, welche bei niedrigstem Wasserstande des Nils, wenn derselbe dem Ibrahimia nicht genügende Wassermengen einzuführen vermag, der Bewässerung zu Hülfe kommen können. Überall, wo die Bewässerung vernachlässigt wird, geht die Agrikultur zurück, und der rastlose, ewig wandernde Wüstensand begräbt dort Felder wie Dörfer, alles wieder in die vegetationslose kahle Fläche verwandelnd. Wo die Bewässerung aber funktioniert, ist sie der Segen des Landes, und ohne sie hätte eine ägyptische Landwirtschaft trotz aller Vergünstigung der Atmosphäre und des Bodens nur ein äufserst beschränktes Gebiet, denn die Menge der Niederschläge und Regentage ist zumal in Mittelägypten eine verhältnismäfsig sehr geringe, auf welcher kein landwirtschaftlicher Betrieb basieren kann. So brachte das Jahr 1881 nur 15, das Jahr 1882 nur 18 Regentage und während 1881 fiel nach Neher in den Monaten Mai, Juni, Juli, August, September, Oktober auch nicht ein einziger Tropfen Regen. Nach Schweinfurth fiel auf dem Dschebel Garib, dem höchsten Berge Unterägyptens, welcher ca. 1750 Meter hoch auf dem 28° N. Br. gelegen, in 4 Jahren kein Tropfen Regen, und in Wadi Qeneh auf dem 26° N. Br. fiel in 6 Jahren kein Regen. Die mittlere Regenmenge pro Jahr beträgt in Kairo nach einer Notiz Theobald Fischers 34 mm und selbst in Alexandria sind nur 220 mm Regen pro Jahr im Mittel verzeichnet.

Einer besondern Art der Bewässerung sei hier noch Erwähnung gethan, welche allerdings ebenso kunstvoll wie kostspielig ist, diejenige vermittelst unterirdischer Wasserleitungen. Dieses System ist am verbreitetsten und auch wohl am ältesten auf dem Hochlande von Iran, auch in Turkestan und Centralasien, aber auch in den lybischen Oasen und in Tripolitanien südlich vom Atlas ist es anzutreffen. Auf dem Hochlande von Iran ist diese Bewässerung geradezu die gewöhnliche, man nennt dort die Stollenbauten Kanat, in Beludschistan und Afganistan Kariz; auch in Oman ist diese Art der Bewässerung nach Wellstedt sehr verbreitet, sie wird hier Feledsch genannt, in der Sahara wird sie mit dem Worte Fogarât bezeichnet, und man findet sie in den Oasen Beharieh, Gharia, Schingia und noch einigen andern. Das System ist sehr alt und scheint sowohl durch die Beschaffenheit des Bodens, der die Anlage erleichterte, wie von dem Klima bedingt zu sein, das oberirdischen Leitungskanälen zu viel Wasser durch Verdunstung entzogen haben würde. Auf dem Hochlande von Iran hängt fast alle Bodenkultur, die Blüte fast aller Städte und Ortschaften von diesen unterirdischen Bewässerungsleitungen ab, namentlich gilt dieses fast ausnahmslos von den Palmpflanzungen, wo diese bewässert werden.

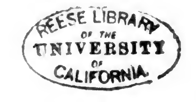
Eigentümlich ist eine Art der Wasserförderung, wie sie häufig in Ägypten und in besonders grofsem Mafsstabe in der arabischen Oase Teima zum Zweck der Bewässerung betrieben wird. In der letzteren arbeiten in ständiger Thätigkeit 48 Kamele, welche vermittelst eines Paternosterwerks die Wasser heben, und das Knarren der Schöpfräder, sagt Th. Fischer, ist die weder bei Tag noch bei Nacht schweigende Musik der Dattelgärten.

Auch in Persien[1] und auf den Hochebenen Mittelasiens, in Süd-Sibirien und China sind Bewässerungsanlagen allverbreitet. Sie gleichen in ihrer Anlage den verschiedenen Systemen, welche wir behandelt haben.

Eines der grofsartigsten Beispiele der Anlage künstlicher Bewässerung, vielleicht das grofsartigste, welches bis jetzt ausgeführt ist, bietet jedoch zur Zeit Californien. Semler nennt dasselbe, welches er aus eigner Erfahrung und Augenschein kennt, in seiner tropischen Agrikultur das glänzendste unter den Bewässerungssystemen. „Noch vor 15 Jahren“, schildert er[2], „wurde Süd-Californien für ungeeignet

[1] Vgl. Dr. H. Pohlig, Über die wildlebenden Wiederkäuer Nordpersiens und einiges über die dortige Landwirtschaft, in Jul. Kühn, Berichte aus dem physiolog. Laboratorium und der Versuchsanstalt des landwirtsch. Instituts der Universität Halle. 1887. Heft VII. S. 99.

[2] Semler, Die tropische Agrikultur. Bd. I S. 136.



für den Ackerbau gehalten und höchstens für gut genug, um während der Regenzeit Weideland für Rinder- und Schafherden zu bieten, die beim Eintritt der Trockenzeit, gleich dem Eigentum asiatischer Nomaden, nach anderen Gegenden getrieben werden. Erklomm man einen Berg, dann gewahrte man im ganzen Gesichtskreise keinen Wald, selbst keinen Baum, nur auf spärlichen Nachwuchs und viele nackte Stellen fiel das Auge. Ich weiſs ja aus eigenem Anblick zu erzählen, wie trostlos und melancholisch das Land aussah, weiſs zu beurteilen, welcher ungewöhnliche Mut dazu gehörte, sich in diesen Einöden niederzulassen. War anderes zu erwarten in einem Gebiete, wo die Regenzeit nur 3 Monate dauert und die Feuchtigkeits-Niederschläge nur 5—10 Zoll betragen?

Welcher Wandel hat seitdem durch die Anwendung künstlicher Bewässerung stattgefunden! Heute wandert man im westlichen Süd-Californien nicht mehr durch eine Einöde, jetzt besäumen Orangen- und Citronen-Haine den Weg. Das Auge ruht mit Wohlgefallen auf Olivenpflanzungen und Weinbergen auf Luzernfeldern und Pfirsichgärten. Und was selbst auf nacktem Sande mit Hülfe von Wasser und Dünger geleistet werden kann, das haben in glänzender Weise die Kolonisten von Anaheim gezeigt: Ihre Rebenanlagen werden als mustergültig für Südcalifornien betrachtet, üppigern Mais als den ihrigen sucht man vergeblich. In Anaheim wie in einigen Nachbarkolonieen giebt es Gelände, das vor zehn Jahren keinen Cent wert war, in jüngster Zeit aber für 1000 Dollar den Acker (ca. 1½ Morgen) den Besitz gewechselt hat. So segensreich wirkt das Wasser!"

Die Bewässerungsanlagen, welche Semler hier im Auge hat, liegen in der Umgebung von Los Angeles und erstrecken sich in zwei Thäler, in das des San Gabriel-Flusses und das des San Ana-Flusses. Das eine dieser Thäler liegt zwischen dem Coast Range und den Sierra Madre-Bergen und erstreckt sich von Don Fernando bis San Bernardino, ein Areal von 960 engl. Quadratmeilen umfassend. Das andere ist ein Thal an der Küste, welches zwischen dem Coast Range Gebirge und dem Stillen Ocean liegt; in diesem Thale ist Anaheim gelegen und sein Areal umfaſst gegen 800 englische Quadratmeilen.

Sind die hier durchgeführten Bewässerungsanlagen auch schon von erheblicher Ausdehnung, so werden sie doch noch weit übertroffen von denjenigen, welche man seit 1880 im groſsen Thale des Sacramento und San Joaquin, ferner weiter südlich im Thale des Tulare-Sees und Kern-Flusses einzurichten bemüht ist[1]. Die ganze Länge dieser

[1] Report of the State Engineer to the Legislature of California. Session of 1880. p. 14 ff.

Bewässerungsanlagen erstreckt sich auf 460 englische Meilen = 700 Kilometer, etwa die Luftlinie von Hannover nach Königsberg wiedergebend, und umfaſst ein Areal von 16060 englischen Quadratmeilen = 36135 Quadratkilometer, weit mehr, als die doppelte Gröſse des Groſsherzogtums Baden darstellt, und auch noch das Königreich der Niederlande an Gröſse übertreffend. Ich vermag leider nicht anzugeben, wie weit dieses mit auſserordentlichem Fleiſse und bewundernswerter Umsicht ausgearbeitete Projekt[1] bis heute verwirklicht ist. Das sind in der That Meliorations-Unternehmungen, zu denen Europa kaum irgendwo die natürlichen Bedingungen bietet, die jedoch erkennen lassen, wie sehr man in jenen Gebieten Californiens (das Projekt fällt zwischen den 40° und 30° N. Br.) die auſserordentliche Bedeutung der künstlichen Bewässerung zu würdigen weiſs. Wird jenes Projekt durchgeführt, so ist damit eine Kulturerrungenschaft erzielt, deren Wert sich fast nach Hunderten von Millionen beziffert, und welche den landwirtschaftlichen Betrieb in Californien alljährlich und dauernd sichert.

Nicht minder verdienen die in Indien weit verbreiteten Bewässerungssysteme unsere Aufmerksamkeit.

In der Landwirtschaft Indiens[2] haben die Bewässerungsanlagen seit altersher eine sehr groſse Bedeutung. Ihre Verbreitung hat jedoch besonders zugenommen, seitdem die Engländer das Geschick dieses Landes in Händen haben. Bei der Gröſse dieses Reiches ist die Menge der Niederschläge sehr verschieden über dasselbe verteilt; dementsprechend sind Bewässerungsanlagen an vielen Orten dringend erforderlich, an andern mehr oder minder entbehrlich. Wo der jährliche Regenfall weniger als 400 mm pro Jahr beträgt, ist die Bewässerung unbedingt für den Anbau des Landes nötig. Das ganze Gebiet des Indus nach erfolgter Aufnahme der 5 Flüsse, ferner die südliche Hälfte des Punjab werden daher bewässert. Im übrigen Punjab, dem westlichen Bezirk der Nordwestprovinzen, dem Kreis Meerut, auch um Delhi und Agra beträgt der jährliche Niederschlag bereits 750—800 mm. Auch hier ist die Bewässerung noch dringend geboten, wenngleich sie auch gerade nicht mehr als absolute Bedingung jeder Kultur betrachtet werden kann. In Regionen, welche 1250 mm jährlichen Regenfall besitzen, sind Bewässerungsanlagen gleichfalls noch

[1] Outline of Matter, and Advance Sheets of the Report of Legislative, Administrative, Technical, and Practical Problems of Irrigation in Course of Preparation and Publication. Wm. Ham. Hall, State Engineer, Sacramento 1884.

[2] Schlagintweit, Indien 1884.

Dr. Julius Wolf, Thatsachen und Aussichten der ostindischen Konkurrenz im Weizenhandel. Tübingen 1886. S. 40 ff.

sehr häufig anzutreffen; sie machen hier die Landwirtschaft unabhängig von den Wechselfällen der Witterung, bewirken eine gröfsere Gleichmäfsigkeit der Ernten und sind ein sicheres Schutzmittel gegen Mifsernten und Hungersnot. Der gröfste Teil der Nordwestprovinzen, Oudh, Centralindien, Berar, die Centralprovinzen östlich von Nagpur und die Gebiete der Bombay-Präsidentschaft in der Breite der Centralprovinzen besitzen daher noch ausgedehnte Bewässerungssysteme. Dieselben sind sogar noch in Gebieten anzutreffen, welchen noch gröfsere Niederschlagsmengen als 1250 mm pro Jahr zu teil werden.

Das Gebiet des Indus teilt sich in 2 Teile, in die Landschaft Sind am Unterlauf des Stromes und in das Punjab, das Gebiet der 5 Flüsse. Sind hat einen Regenfall von kaum 250 mm pro Jahr, so dafs unbewässertes Land unbebaubar ist. Der Strom hält kein festes Bett, sondern durchfliefst bald hier, bald dort das weite Thal. Das anliegende Gelände ist Sandboden. Infolgedessen ist das ganze bebaute Land von 900000 Hektar in Abhängigkeit von künstlicher Bewässerung. Für diese sorgen 2 Arten von Kanälen, welche vom Strome ausgehen: Inundationskanäle, welche sich nur bei höchstem Wasserstand füllen und bereits in früheren Zeiten von der landwirtschaftlichen Bevölkerung angelegt sind, und ständig Wasser führende Kanäle, angelegt von den Engländern. Auch Brunnen, deren Anlage daselbst durch eine in nicht zu grofser Tiefe lagernde Thonlage sehr begünstigt wird, dienen in grofser Anzahl Bewässerungszwecken. 1880 betrug das gesamte regelmäfsig bewässerte Areal in Sind 720000 Hektar.

Das Punjab wird in seinen nördlichsten regenreicheren Teilen, im Oberlauf der Flüsse, vornehmlich durch Brunnen bewässert, die 3—9 Meter tief angelegt sind. Im Süden gegen Sind überwiegen Inundationskanäle. Die Menge der Flufswässer ist im Frühjahr und Sommer am gröfsten, so dafs das Wasser, wenn es benötigt wird — vom April bis Oktober — auch reichlich vorhanden ist. Die Inundationskanäle sind vornehmlich seit der englischen Regierung entstanden und werden von der Bevölkerung in Stand gehalten. Die Eigentümer des Landes bilden sogenannte Punchayats, Vereinigungen, und repartieren die allgemeinen Lasten auf jedes Dorf. Nirgends übersteigt daselbst die Länge solcher Kanäle 150 Kilometer.

Gröfser sind die ständigen Kanäle des nördlichen Punjab, von denen die Bari-Doab-, die West-Jamna- und die Sirhind-Kanäle die wichtigsten sind. Die ersteren durchziehen die Distrikte Gurdaspur, Amritsar, Lahore und Montgomery zwischen den Flüssen Ravi und Sutley bezw. Beas. Ihre Länge beträgt ca. 1600 Kilometer, sie be-

wässerten 1880/81 150 000 Hektar. Bis 1882/83 erforderten sie einen Kapitalaufwand von 30 Millionen Mark. Die West-Jamna-Kanäle haben eine gleiche Länge, sie nehmen vom Jamna, dem westlichen, parallel zum Hauptstrom dahinziehenden Nebenflusse des Ganges, ihren Ausgang und bewässern in den Kreisen Delhi und Hissar (1880/81) 120 000 Hektar. Bis 1882/83 beliefen sich ihre Kosten auf 1 700 000 Mark. Die Sirhind-Kanäle, welche erst in jüngster Zeit vollendet sind, haben eine Kapitalanlage von über 80 Millionen Mark beansprucht. Sie erstrecken sich auf die beiden Distrikte des Kreises Umballa und die sich an dieselben schliefsenden Eingeborenen-Staaten, wie auf den Distrikt Ferozepore des Kreises Lahore.

Bereits 1878/79 umfafste das ordnungsmäfsig bewässerte Land des Punjab nahezu 3 000 000 Hektar, gegenüber einem überhaupt bebauten Areal von gegen 9½ Millionen Hektar.

In den Nordwestprovinzen sind 4 grofse Staatskanäle angelegt. Die Ost-Jamna-Kanäle ziehen am linken Ufer des Jamna von Rajpur gegen Delhi, die Agra-Kanäle am rechten Ufer des Jamna von Delhi nach Agra, die Ober- und Unter-Ganges-Kanäle gehen zwischen Jamna, Ganges und Ramganga in der Richtung der Flufsläufe von Hardwar bis nach Allahabad. Die Länge dieser 4 Kanalsysteme, ihr Bewässerungsgebiet und die Kapitalauslagen für dieselben sind folgende:

	Ost-Jamna-Kanäle	Agra-Kanäle	Ober- Ganges-Kanäle	Unter- Ganges-Kanäle
Länge, Kilometer	1120	730	4500	3220
Bewässerungsgebiet, Hektar 1880/81	100 000	60 000	300 000	250 000
Kapitalauslagen, Mark bis 1882/83	550 000	1 600 000	5 300 000	5 000 000

Von den etwas über 10 Millionen Hektar bebauten Landes der Nordwestprovinzen wurden 1882/83 bewässert 2 724 000 Hektar.

Oudh hat keine Staatskanäle. Von 3 920 000 Hektar bebauten Landes wurden 1882/83 1 184 000 Hektar bewässert. Die privaten Bewässerungsanlagen dieses Landes werden gespeist durch Regen, periodische Überschwemmungen und durch eine grofse Zahl stehender Gewässer.

Bengalen hat zwei wichtige Staatskanalsysteme in den zwei an

die Nordwestprovinzen stofsenden Distrikten Shahabad (Sunkanal) und Sarun (Sarunkanal); der erstere liegt auf der rechten, der andere auf der linken Seite des Ganges. Das bebaute Areal Bengalens beträgt ca. 22 Millionen Hektar; davon werden etwa 400 000 Hektar alljährlich bewässert.

In der Präsidentschaft Bombay (ohne Sind) werden von 8,8 Millionen Hektar Kulturland nur 224 000 Hektar bewässert; in den Centralprovinzen von 5 666 000 Hektar 308 000 Hektar, in Berar von 2 926 000 Hektar nur 18 800 Hektar. In den beiden letzten Gebieten sind die Bewässerungsanlagen privater Natur.

Das prozentische Verhältnis des bewässerten Landes zum bebauten Areal stellt sich in den verschiedenen Provinzen nach Dr. Julius Wolf etwa folgend: Es werden bewässert

in Sind (1880)	80	% des Kulturlandes
- Oudh (1882/83)	38	- - -
- Punjab (1879/80)	31	- - -
- den Nordwestprovinzen (1882/83)	25,7	- - -
- Berar (1882/83)	6,5	- - -
- Bombay (1882/83)	5,5	- - -
- den Centralprovinzen (1882/83)	5	- - -
- Bengalen (1880)	1,8	- - -

Das Bewässerungsgebiet von ganz Indien wird auf 12 Millionen Hektar veranschlagt, d. i. 120 000 Quadratkilometer, eine Fläche, welche sogar noch ein wenig mehr ausmacht, als ein Dritteil des ganzen Königreichs Preufsen.

Die von den Engländern in Indien angelegten Kanäle hatten 1882/83 eine Länge von Kilometer:

Hauptkanäle = 9200 Kilometer,
Verteilungskanäle = 17000 -

Das von den Engländern bisher auf Bewässerungsanlagen aufgewandte Kapital beträgt über 600 Millionen Mark; für die Weiterförderung der Anlagen werden aus der Jahresverwilligung für öffentliche Arbeiten alljährlich $1/5$ derselben = 1 400 000 Mark verwendet. Für die Benutzung der staatlichen Kanäle wird eine Abgabe erhoben, die „Water-Rate“, welche die ausgelegten Kapitalien verzinsen soll. Es entfallen im Durchschnitt von ganz Indien auf den Hektar $12^1/_2$ Mk., ein Betrag, welcher in Rücksicht auf den faktischen Erfolg der Bewässerung nahezu verschwindet.

Gerade die indischen Bewässerungssysteme verdienen die höchste Beachtung. Sie sind wie alles, was die Engländer in ihren Kolonieen

anfassen, unter Berücksichtigung aller kulturtechnischen Erfahrungen praktisch angelegt. Und wenn wir in unseren Kulturaufgaben in Afrika nach dieser Richtung grofsartiger Vorbilder bedürfen, so wird uns nichts mehr fördern können als das Studium der indischen Bewässerungssysteme.

Wie wir also sahen, zwingen die spärlichen und mangelhaften Niederschläge, ihr häufig gänzliches Ausbleiben, dann ihr Auftreten in gewaltigen Massen, welche plötzlich und weitverbreitet Überschwemmungen bringen, in den Subtropen und Tropen, überall da, wo nicht mit Sicherheit während des ganzen Jahres auf nie versiegbare und versagende Regenquellen zu rechnen ist — und derartige Regionen giebt es nur verhältnismäfsig wenige — mit absoluter Notwendigkeit zu Bewässerungsanlagen jeder Art. Daher war denn auch bei den Persern und Ägyptern die Bewässerung eine religiöse Pflicht, und die von den alten Ägyptern ausgegrabenen Reservoirs zur Aufbewahrung der überflutenden Wässer kosteten nicht weniger Arbeit als ihre gewaltigen Pyramiden. Solange die Völker Asiens und Nordafrikas in friedlicher Arbeit ihre Bewässerungsbehälter, die in die Felsen gehauenen Wasserreservoirs, Cisternen und Kanäle und die Bewässerungsterrassen aufrecht erhielten und sorgsam pflegten, war die Fruchtbarkeit des Landes unübertroffen, wenn aber Mifsregierungen, Revolutionen und Kriege die Vernachlässigung oder Zerstörung dieser Werke veranlafsten, pflegte der Verfall der Agrikultur zu folgen. In der Lombardei hatte die Frage der Bewässerung im Mittelalter eine derartig hohe Bedeutung, dafs Namen wie Leonardo da Vinci, Michel Angelo, Gallilaei und Torricelli mit diesen Arbeiten verknüpft waren. Die künstliche Bewässerung ist in den meisten Fällen in der warmen und heifsen Zone ein absolutes Bedingnis sicherer und rationeller Agrikultur.

Auch in den deutschen Kolonieen, vielleicht gerade in Südwestafrika und Ostafrika, wird man dieses zu beherzigen haben. Es kann sogar unter Umständen und recht häufig ratsam erscheinen, die Möglichkeit einer guten ausreichenden Bewässerungsanlage bei der Plantagenanlage in erster Linie oder ausschliefslich ins Auge zu fassen und auf derselben die Anlage vornehmlich basieren zu lassen. Das ist das eine wichtige Ergebnis dieser Betrachtungen, welches um so mehr noch gewürdigt werden wird, wenn ich darauf verweise, wieviel Millionen Menschenleben in fast periodischer Wiederkehr im Orient, vornehmlich in dem engbevölkerten verkehrsmittelarmen China und in Indien, den aus

der Dürre und mangelnder Bodenbewässerung sich ergebenden Hungersnöten zum Opfer fallen! Das andere Ergebnis dieser einleitenden Betrachtungen besteht darin, gezeigt zu haben, in welch hervorragender Weise der Mensch gerade in den Tropen die Vegetationsfaktoren korrigieren und meliorieren kann. Man darf daher bei der Wertschätzung unkultivierter und wüster Ländereien, welche dem äufseren Anscheine nach jeder Kultur Hohn zu sprechen scheinen, niemals unberücksichtigt lassen, ein wie grofser Kulturerzeuger auch auf der denkbar ungünstigsten Unterlage gerade der Mensch ist. Dieser Gedanke darf nun zwar nicht zur Überhebung führen, welche, wie in der falsch verstandenen Lehre vom Kapital, die Mitwirkung der Natur und Naturkräfte an der landwirtschaftlichen Produktion verkennt, aber er mag Ermutigung einflöfsen, selbst an die schwierigsten Probleme der Agrikultur, welche uns in den erworbenen Kolonieen erwarten, mit Schaffenslust und auch einem gewissen Grade von Zuversicht heranzutreten.

Sowenig wie wir in Deutschland Boden und Klima sowie die Feuchtigkeitsverhältnisse überall in günstigster Produktionsbeschaffenheit vorfinden, und so sehr wir in der Mehrzahl der Fälle gezwungen sind, die natürlichen Faktoren der Produktion einer ausgiebigen Nutzung entsprechend erst umzuformen, so können wir auch nicht erwarten, ohne jedes Ringen mit der Natur in den erworbenen Kolonieen Gewinn zu erzielen. Wie die deutsche Land- und Forstwirtschaft sich hier das noch vor fünfzehn Jahren wertlos erachtete Hochmoor, dort das im Wasser schwimmende Niederungsmoor, an einem anderen Orte das Heideland mit untergelagertem Ortstein oder den mageren nährstoffarmen märkischen Sand in einer Weise nutzbar zu machen gelernt haben, die ihnen Gewinn und Ruhm in gleich hohem Mafse zuführte, so wird es dem deutschen Plantagengründer in Afrika in der Mehrzahl der Fälle nur nach redlichem Kampfe mit den widerspenstigen Kräften der Natur vergönnt sein, die Früchte seiner geistigen und körperlichen Anstrengungen zu ernten.

Galt es nun in der heimischen Landwirtschaft vornehmlich, durch Entwässerungsanlagen und richtige Nährstoffzufuhr die Natur zu korrigieren, so gilt es in den Tropenländern vornehmlich, das Problem zu lösen, Dürre und Feuchtigkeitsmangel jederzeit von den Kulturen und vom Viehstapel abzuhalten. Welche Erfolge man bis jetzt dabei erzielt hat, haben wir in den aufgeführten Beispielen gesehen, und die Geschichte der Landwirtschaft der Zukunft wird lehren, dafs, wenn die Nahrung spendende Erde der stets anwachsenden und überall zunehmenden Bevölkerung gerecht werden soll, der Mensch mit der Zeit darauf bedacht sein mufs, die unendlich weiten, periodisch dürren und

oft öden Flächen der Tropen und Subtropen durch Bekämpfung des Mangels der Feuchtigkeitsverhältnisse vermittelst ausgedehnter Bewässerungssysteme sich dienstbar zu machen.

Man mag nun wohl einwenden, dafs durch derartige Anlagen, wie sie in der tropischen Landwirtschaft auch heute schon sich häufig als durchaus notwendig erweisen, die Rentabilität eines zu gründenden landwirtschaftlichen Betriebes schon infolge der Kompliziertheit und Unsicherheit der Faktoren, mit welchen dabei gerechnet werden mufs, sehr in Frage gestellt werden kann. Diese Möglichkeit ist natürlich ebenso sicher vorhanden, wie der rein kaufmännische oder wirtschaftliche Gewinn als Endzweck und erste Frage bei allen Bestrebungen des Pflanzenbaues wie der Viehzucht, soweit sie von Privatleuten ausgehen, als mafsgebend zu betrachten ist. Mag aber auch in einem Falle der lokale Kalkul eine umfassende Meliorationsanlage als gewinnlos darstellen, so schliefst dieses doch nicht aus, dafs an andern Orten und zu andern Zeiten dieselbe als durchaus rentabel zu betrachten ist, und das vielleicht um so mehr, als sich die Grenzen der wirtschaftlichen Rentabilität eines landwirtschaftlichen Unternehmens in den Tropenländern oft leicht und plötzlich in für den Plantagenbesitzer vorteilhafter Weise verschieben, und dieser selbst häufig auf Grund der klimatischen Lage seines Betriebes ein Monopol auf den Anbau mancher tropischer Kulturpflanzen sich erwerben kann, das sich früher oder später geltend macht.

ZWEITES KAPITEL.

Über die natürlichen Grundlagen tropischer und subtropischer Agrikultur.

Die Gesichtspunkte, von denen man bei der landwirtschaftlichen Beurteilung der tropischen Länder ausgehen mufs, sind in der Hauptsache dieselben, von denen man auch in der gemäfsigten Zone die Produktionsfähigkeit eines Geländes abwägt. Nur insofern bieten dieselben einen zu erweiternden Kreis in dieser Frage, als die unkultivierten und wilden Verhältnisse der tropischen Länder und Völker (speciell in unsern Kolonieen) gleichfalls gewichtige mittelbare Aufschlüsse für die Wertschätzung einer Gegend bieten. Diese sollen jedoch in einem besondern Kapitel (III) behandelt werden.

In dem vorliegenden Kapitel will ich die unmittelbaren Merkmale besprechen, welche der agrikulturellen Beurteilung tropischer und subtropischer Ländereien dienen und unter dem allgemeinen Ausdruck „Die natürlichen Grundlagen der tropischen und subtropischen Agrikultur“ verständlich sein werden.

Die natürlichen Grundlagen der landwirtschaftlichen Produktion, die Lithosphäre oder der Boden mit seinen wechselnden Eigenschaften, die Atmosphäre unterschiedlich in der Temperatur, Lichtstrahlung etc., welche durch Breiten-, Höhen- und Meereslage vornehmlich bedingt sind, und unterschiedlich in der Zusammensetzung der Atmosphärilien, schliefslich die Hydrosphäre d. h. die Feuchtigkeitsmengen, welche im Boden selbst und in den Niederschlägen, Regen und Thau, sowie im Wassergehalt der Atmosphäre den Kulturen zur Verfügung gestellt werden,

dienen allgemein mehr oder minder bei der Beurteilung von Pachtungen und bei ländlicher Besitzerwerbung dem heimischen Landwirt als Handhabe, die Produktionsfähigkeit eines Landes zu prüfen. Wir müssen daher, wie wenn es sich darum handelt, über die Produktionsleistungen eines Landgutes ein Urteil zu gewinnen, in ähnlicher Weise in unseren tropischen Kolonieen die natürlichen Produktions- und Vegetationsfaktoren durchgehen, um den agrikulturellen Wert derselben kennen zu lernen. Da jedoch die Vegetationsfaktoren in den tropischen Ländern verschiedentlich unter anderen Modifikationen, auch in anderen Mengenverhältnissen wirken und schliefslich auch andere Kulturpflanzen und Haustiere vorliegen, so ist es erforderlich, die Eigentümlichkeiten hier darzulegen, welche gegenüber den Verhältnissen der Landwirtschaft in der gemäfsigten Zone dort vorhanden sind. Die Unterschiede, welche in dieser Beziehung vorliegen, erfordern eingehende Berücksichtigung, weil sie nicht nur den Anbau der Kulturpflanzen, sondern auch die Technik des rationellen Betriebes der tropischen Landwirtschaft modifizieren.

Es kann nun nicht die Aufgabe der vorliegenden Arbeit sein, in diesem Kapitel alle hier zu besprechenden natürlichen Produktionsfaktoren in ihrer ganzen Breite zu behandeln, oder gleichsam ein umfassendes Lehrbuch der Unterlagen der tropischen Agrikultur zusammenzustellen. Ich mufs mich vielmehr, dem Zweck der Arbeit folgend, damit bescheiden, die wesentlichsten Punkte herauszugreifen, durch welche sich diese Verhältnisse der Tropenländer von denen der gemäfsigten Zone in eigentümlicher Weise unterscheiden, um auf diese Weise dem Leser ein Bild dessen vorzuführen, um was es sich in Rücksicht auf die natürlichen Produktionsfaktoren in der tropischen Agrikultur eigentlich handelt. In diesem Sinne sollen dieselben, Atmosphäre und Klima wie Lithosphäre und Boden, in diesem Kapitel besprochen werden.

1. Die Atmosphäre und das Klima.

Temperatur, Bestrahlung, Belichtung und Bewölkung, Menge und Monatsverteilung der Niederschläge, elektrische Spannungen in der Atmosphäre und ihre Entladungen und schliefslich die atmosphärischen Zustände bedingen vornehmlich das Klima und sind in Betracht zu ziehen, wenn landwirtschaftlich vom Klima gehandelt wird. Die meteorologischen Beobachtungen bringen jene einzelnen Faktoren der Klimabildung ziffermäfsig zum Ausdruck, aber wir dürfen denselben

hier nur soweit Beachtung schenken, als sie agrikulturelle Bedeutung besitzen.

Bevor wir uns nun den klimatischen Faktoren selbst zuwenden, mögen kurz noch einige orientierende Bemerkungen über Klima und Klimaverteilung wie über die zonale Lage unserer Kolonieen gestattet sein.

Bekanntlich pflegt man zwischen einem geographischen Breitenklima einerseits und einem tellurisch, regional und lokal modifizierten Klima andrerseits zu unterscheiden. Während ersteres durch die geographische Breitenlage bedingt wird und auf astronomische Verhältnisse zurückzuführen ist, wird letzteres vornehmlich bestimmt 1. durch die vertikale d. h. Höhenlage der Örtlichkeit, 2. durch die Lage der Örtlichkeit zum Meere und zum Kontinente, 3. durch die Lage der Örtlichkeit zu den Gewässern des Landes, 4. durch die Lage der Örtlichkeit zu den Bodenerhebungen des Landes, 5. durch die Vegetationsformationen desselben und 6. durch speciell lokale Lage und Bodenverhältnisse. Es hat nun Supan ungeachtet des astronomischen Faktors bei der Klimabestimmung und ungeachtet der verschiedenen klimatischen Faktoren tellurischer, regionaler und lokaler Bedeutung, auf Grund der „vier Hauptfaktoren" des Klimas: Wärme, Niederschlag, Wind und orographische Verhältnisse, den Versuch gemacht, die Erdoberfläche der Erde in 34 Klimaprovinzen einzuteilen[1]. Man wird indessen dieser Einteilung, so sehr auch meteorologisch-geographisch manches für dieselbe spricht, weder vom botanischen und faunistischen noch vom agrikulturellen Gesichtspunkt, welcher für uns hier der mafsgebende ist, in jedem Falle beipflichten können. Ein Blick auf die Karte dieser Klimaprovinzen, welcher z. B. zeigt, dafs sich die zwölfte Klimaprovinz, in Afrika gelegen, allein durch 50 Breitengrade zieht und sowohl Senegambien wie Kamerun, Abessinien und den Orange-Freistaat in sich begreift, genügt, jene Ansicht zu begründen. Für unsern Zweck haben wir vielmehr allen Grund, die Einteilung der Erdoberfläche in die drei Klimagürtel der Alten, welche wir auf dem solaren Klima begründen, und welche auch von Hann vertreten wird[2], in der Hauptsache beizubehalten. Damit soll freilich nicht gesagt sein, dafs wir an den Grenzen derselben strikte Halt machen, sondern wir betrachten dieselben als ungefähre Orientierungslinien, welche sich aus astronomischen Thatsachen ergeben. Tellurische, regionale und lokale Verhältnisse der oben genannten Art vermögen

[1] Alexander Supan, Grundzüge der physischen Erdkunde. Leipzig 1884. S. 129 ff., sowie Tafel 14.

[2] Dr. Julius Hann, Handbuch der Klimatologie. Stuttgart 1883. S. 235.

das Klima einer Örtlichkeit ganz aufserordentlich zu modifizieren und der Verbreitung der tropischen und subtropischen Fauna wie der Kultur der Nutzpflanzen und der Nutzung der Haustiere andere Grenzen zu ziehen als diejenigen, welche sich aus dem solaren Klima ergeben. Dieses darf niemals bei der allgemeinen Anwendung der nach den Breitengraden geordneten Klimazonen übersehen werden! Selbst in den niederen Küstenstrichen gleicher Breitengrade äufsert sich das Klima in Rücksicht auf das Pflanzen- und Tierleben in der verschiedenartigsten Weise. Aus diesem Grunde scheint es mir auch durchaus angebracht, eine nicht zu kleine Anzahl von Beispielen in den folgenden Abschnitten aufzuführen, welche ein umfassendes Bild von den klimatischen Zuständen der Tropen und Subtropen zu bieten im stande sind.

Nach der geographischen Zonenteilung, auf welche ich später zurückkomme, wird das ganze Gebiet zwischen dem nördlichen und südlichen Wendekreis, über welchen die senkrechten Strahlen der Sonne nicht hinausgehen, das also zwischen dem 23½° N. Br. und dem 23½° S. Br. gelegen ist, tropische Zone genannt. Unter tropischer Zone im engern Sinne pflegt man auch noch jene Sphäre zu sondern, welche sich unmittelbar zu beiden Seiten des Äquators demselben anlegt und sich dadurch charakterisiert, dafs der Stand der Sonne zweimal im Jahr und zwar nach längeren Intervallen sich im Zenith derselben befindet. Als nominelle Grenze dieser Sphäre des eigentlichen Erdgürtels dürfte der zehnte oder auch der fünfzehnte Grad der nördlichen wie südlichen Hemisphäre angenommen werden.

Unter subtropischen Zonen versteht man jene Regionen, welche nördlich wie südlich den Wendekreisen nach den Polen zu anliegen und sich etwa bis zum 35. Grad erstrecken. Diese Grenze leitet geographisch ihre Berechtigung aus der Grenzlinie des Passates her, während sie botanisch gleichfalls eine gewichtige Bedeutung hat, wie sich später zeigen wird.

Hiernach gehören nun das Kamerungebiet, das Togogebiet, Deutsch-Ostafrika, sowie Neuguinea mit den dazugehörigen Inselgruppen dem engeren Tropengürtel an. Deutsch-Südwestafrika, welches sich vom Kunenefluſs (ca. 17° S. Br.) bis zum Orangeflufs (ca. 29° S. Br.) ausdehnt, liegt zur einen Hälfte in den Tropen, zur andern in den Subtropen.

Ich habe hier noch hervorzuheben, dafs, sowenig wie sich klimatisch „tropische" Zone immer scharf von „subtropischer" trennen läfst, ebensowenig auch der Begriff der „tropischen" Agrikultur einer strengen Sonderung von dem der „subtropischen" Agrikultur in jedem einzelnen

Falle fähig ist, wenngleich auch sehr markante Unterscheidungen zwischen beiden vorhanden sind. Es wird nun der kürzeren Ausdrucksweise wegen häufig dort, wo nur Allgemeinheiten der südlichen Zonen oder Klimate in Frage kommen, statt „Tropen“ oder „Subtropen“ einfach „Tropen“ gesagt werden, und nur dort, wo Mifsverständnisse entstehen könnten, soll eine Trennung in der Benennung gewahrt werden. Was in dieser Beziehung in Rücksicht auf die Hauptklima-Zonen gilt, ist in diesem Werke auch für die Unterzonen gültig, welche später besprochen werden.

Schliefslich mufs ich noch bemerken, dafs ich bei den nachfolgenden Erörterungen vornehmlich des vorliegenden, aber auch der nachfolgenden Abschnitte, wo immer es angeht, auf die entsprechenden heimischen Verhältnisse kurz verweise, um sowohl den gröfseren Gegensatz in den natürlichen Erscheinungen der Länder der tropischen und der gemäfsigten Zone stärker hervortreten zu lassen wie auch die Bedeutung der einzelnen Fragen, welche hier behandelt werden, im rechten Lichte erscheinen zu lassen.

Wir wollen jetzt die Faktoren des tropischen Klimas in jener Reihenfolge betrachten, in welcher sie oben als agrikulturell bedeutungsvoll aufgeführt wurden.

a. Die Temperaturen in den Tropen und Subtropen und ihre vegetative Bedeutung.

Die Wärme ist in ihrer direkten Einwirkung auf die Pflanze das treibende Agens für alle die Lebensprozesse, welche sich im Innern der Pflanze abspielen. Die Diosmose der Flüssigkeiten, die Beweglichkeit des Saftes, die Auflöslichkeit fester Stoffe, die Transpiration u. s. f., alle diese Vorgänge sind in erster und letzter Linie von der Temperatur der Atmosphäre und des Bodens, in welchem die Pflanze wurzelt, abhängig, und je wärmer die Atmosphäre, desto reger entfaltet sich ganz allgemein der pflanzliche Organismus.

Es ist nun bekannt, dafs alle Pflanzen bestimmte Grenzen der atmosphärischen Temperatur sowohl für ihre Vegetation überhaupt wie vornehmlich auch für die Erzeugung ihrer Fortpflanzungsorgane nach oben wie nach unten beobachten. Kornbringende Roggenkulturen sind ebensowenig im heifsen Klima zu erzielen wie im kalten nördlich des 70. Breitengrades, und Zuckerrübenkultur zum Zweck der Zuckerproduktion ist nur dort möglich, wo die klimatischen Verhältnisse die Zuckerrübe zu einer zweijährigen Pflanze herunterdrücken.

Ähnliche Kulturgesetze gelten für die so aufserordentlich zahlreichen

Pflanzen der tropischen Agrikultur. So gebraucht z. B. das Zuckerrohr (Saccharum officinarum) in den Niederungen der Tropenländer nur 9 Monate bis zur völligen Reife, auf den kühleren Höhen jedoch und in den subtropischen Ländern erfordert es eine Wachstumsperiode bis zu 18 Monaten. Ebenso liefern die Bananen (Musa) in Gegenden letzter Art nur in je 15, ja 18 Monaten reife Früchte, während unter günstigeren Bedingungen 9—12 Monate zu genügen pflegen, dieselben zu produzieren. Der Theebaum (Thea viridis) kann in China nicht mehr als dreimal im Jahre seiner Blätter beraubt werden, da die reichliche Bildung der Blätter nur vom April bis zum August, wenn sowohl die Wärme als die Feuchtigkeit genügt, vor sich geht. Auf Java indessen in Höhen von 1000 m über dem Meere, wo die mittlere Temperatur aller Monate 20—21° Cels. beträgt und reichliche Feuchtigkeit vorhanden, kann man ohne Schaden der Pflanze alljährlich 8 Ernten von Blättern entnehmen, d. h. alle 45 Tage eine. Diese wenigen Daten lehren bereits die grofse Bedeutung der Temperaturkenntnis für den tropischen und subtropischen Landwirt. Man darf dieselbe indessen nicht überschätzen und mufs stets berücksichtigen, dafs sich auch die Pflanzen in hohem Grade anderen Temperaturverhältnissen zu accommodieren vermögen. Die Kultur des Tabaks auf der einen Seite und die des Weizens auf der anderen Seite auf dem Hochplateau von Dekan, wo die mittlere Jahrestemperatur 25° und die mittlere Temperatur des kältesten Monats 23° beträgt, zeigen, in welch hohem Grade dieses der Fall ist.

Bevor wir uns der eingehenden Betrachtung tropischer Temperaturen zuwenden, möge zuerst an Beispielen ins Gedächtnis gerufen werden, welche Temperaturverschiedenheiten in der gemäfsigten Zone und in den tropischen Ländern vorliegen, und welche Daten derselben Beachtung verdienen.

Marek ermittelte bei seinen Versuchen 1886 und 1887[1] für die 6 Sommermonate, welche ja für die Vegetation der gemäfsigten Zone vornehmlich in Betracht kommen, im Mittel[2] der Beobachtungen (6 Uhr morgens und 1 Uhr mittags) folgende Lufttemperaturen in °Cels. umgerechnet:

---

[1] Über den relativen Düngewert der Phosphate. Dresden 1889. S. 16 u. 84.

[2] Dieses Mittel ist nur ein Notbehelf und meteorologisch nicht korrekt; ich möchte jedoch gerade diese Notierungen hier heranziehen, weil sie in direkter Beziehung zu einem umfangreichen landwirtschaftlichen Kulturversuch stehen.

1886	0 cm	25 cm	50 cm	75 cm	1 m	1,5 m
	°Cels. in Höhe von					
April	9,1°	9,5°	9,9°	9,9°	9,9°	10,0°
Mai	13,1	13,7	13,9	14,0	14,0	14,0
Juni	17,0	17,5	17,9	17,9	17,9	15,9
Juli	17,7	18,2	18,6	18,6	19,0	18,8
August	18,0	18,5	18,8	18,8	19,0	18,9
September	14,8	15,4	15,6	15,7	15,9	16,0
im Mittel	15,0°	15,5°	15,8°	15,8°	16,0°	15,6°
	15,6°					

1887	0 cm	25 cm	50 cm	75 cm	1 m	1,5 m
	°Cels. in Höhe von					
April	6,7°	7,2°	7,7°	7,7°	7,7°	7,9°
Mai	12,4	12,9	13,1	13,0	13,1	13,1
Juni	14,8	15,2	15,4	15,6	15,7	15,6
Juli	19,9	20,3	20,7	20,7	20,9	21,0
August	16,6	17,1	17,2	17,2	17,4	17,4
September	15,0	15,2	15,4	15,4	15,5	15,6
im Mittel	14,2°	14,6°	14,9°	14,9°	15,0°	15,1°
	14,8°					

Im landwirtschaftlichen Institut der Universität Halle wurden im Mittel der Vegetationszeit vom 23. April bis 6. September bezw. 20. August folgende Ziffern von Dr. H. Scheffler und mir ermittelt[1]:

	Barometerstand 1/2 9 Uhr morg.	Auf der Erde, Brache (in der Sonne)			Auf der Erde während der Vegetationszeit 1886 10./VI.–6./IX., 1887 1./VI.–20./VIII. (beschattet von der Vegetation)			10 cm über der Erdoberfläche (in der Sonne)		
		1/2 9 Uhr morgens	Maxim.	Minim.	1/2 9 Uhr morgens	Maxim.	Minim.	1/2 9 Uhr morgens	Maxim.	Minim.
1886	756,4	20,9°	33,2°	9,9°	17,9°	25,6°	13,0°	17,8°	27,9°	—
1887	751,7	19,7	33,0	9,5	19,0	28,1	12,2	17,1	26,0	9,4
i. M.	754	20,3°	33,1°	9,7°	18,4°	26,8°	12,6°	17,4°	26,0°	9,4°
			21,4°			19,7°			17,7°	

Lufttemperaturen in höheren Schichten wurden in Halle nicht ermittelt. Dafs diese Zahlen wesentlich höher als die von Marek

[1] Jul. Kühn, Berichte aus dem physiologischen Laboratorium und der Versuchsanstalt des landwirtschaftl. Instituts der Universität Halle. 1887. Heft VIII. S. 168.

notierten, beruht vornehmlich darauf, dafs die Monate April nur mit 8 Tagen (vom 23. ab) in Rechnung gestellt sind. Aufserdem ist in Halle die Sommertemperatur an sich aus wohlverständlichen Gründen um 1—2° höher als in Königsberg. Die Marekschen Notierungen der Lufttemperatur im Mittel der Monate Mai, Juni, Juli und August ergeben

	1886	1887	i. M.
auf der Erde	16,4°	15,9°	16,1°
1,5 m über der Erde	16,9	16,8	16,8
		im Mittel	16,4°

Für Leipzig giebt Sachsse[1] pro 1884 eine Lufttemperatur- und Feuchtigkeitstabelle, aus welcher ich Folgendes entnehme:

Temperatur 1884	8 Uhr morg.	2 Uhr mittags	8 Uhr abends	i. M.
April	4,6°	9,5°	6,5°	6,9°
Mai	13,2	17,8	14,1	15,0
Juni	13,4	17,1	14,7	15,1
Juli	18,6	23,5	19,2	20,4
August	16,2	21,9	17,8	18,6
September	13,2	19,7	14,4	15,8
im Mittel	13,2°	18,2°	14,4°	15,3°

Scheidet man aus dieser Tabelle die Monate April und September aus, so beträgt das Mittel der Lufttemperatur für die Monate Mai, Juni, Juli und August 1884 für Leipzig 17,3° Cels., eine Temperatur, welche nahezu der Ermittelung (9½ Uhr morgens) in Halle 10 cm über der Erdoberfläche im Mittel von 1886 und 1887 entspricht.

Man darf hiernach verallgemeinernd wohl annehmen, dafs die Lufttemperatur Deutschlands (Mittel- und Norddeutschlands) beträgt

während der 6 Sommermonate ca. 15—16° Cels.
" " 4 mittleren Monate ca. 16—17° Cels.[2].

Dabei ist jedoch nicht aufser acht zu lassen, dafs innerhalb dieser Zeit sowohl im April wie auch Mai und auch noch Juni aufserordent-

---

[1] Lehrbuch der Agrikulturchemie. Leipzig 1888. S. 57.

[2] Nach den Beobachtungen auf den meteorologischen Stationen in Halle (35jährig) und Königsberg (32jährig) beträgt die mittlere Temperatur

	der 6 Sommermonate,	der 4 Sommermonate
in Halle	15,0°	16,8°
in Königsberg	13,1°	15,0°

Vgl. Meteorologische Zeitschrift 1889 S. [15] und 1881 S. 71.

lich hohe tägliche Schwankungen der Lufttemperaturen vorliegen, Schwankungen häufig und alljährlich wiederkehrend von 0° und darunter bis 25° und darüber im Verlauf von 24 Stunden. Es beziffern sich die absoluten Extreme der Lufttemperatur in den einzelnen Monaten folgend[1]:

in Halle a./S. im Mittel von 35 Jahren

	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.,
° Cels.	21,4	27,0	29,5	32,3	30,1	26,4
	—1,1	2,9	9,1	11,4	10,0	4,6

in Königsberg im Mittel von 32 Jahren

	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.
° Cels.	19,4	25,9	29,6	29,9	29,2	24,4
	—3,0	—0,2	5,6	8,9	8,5	3,9

Die tiefen Extreme nach unten sind natürlich von dem hemmendsten und schädlichsten Einfluſs auf die Vegetation der Kulturpflanzen und vermögen dort, wo sie regelmäſsig auftreten, die Zahl und Auswahl der anzubauenden Kulturpflanzen zu beschränken.

Das Jahresmittel der Lufttemperatur schwankt bekanntlich in Nord- und Mitteldeutschland je nach Höhenlage, geologischer Konfiguration (darunter auch Boden zu begreifen), Lage zum Meere u. s. w. ungefähr zwischen 7 und 10° Cels. Letzteren Jahresdurchschnitt finden wir jedoch in Deutschland nur sehr beschränkt vertreten. Das Maximum der Lufttemperatur — von seltenen Ausnahmefällen abgesehen — liegt in Deutschland um den 35°, das Minimum fällt relativ selten unter — 20° Cels. Die absolute Jahresamplitude beträgt bei normalen Verhältnissen in der Luft ca. 55,0°. Die absolute Sommeramplitude in den 4 Sommermonaten Mai, Juni, Juli, August ca. 30°, in den beiden letzteren Monaten wohl kaum mehr als 22°. Diese Zahlen sind sehr beachtenswert, wir werden sehen, daſs die Amplitude geringer wird, je näher man dem Äquator kommt; in der Nähe desselben giebt es Gegenden, deren Jahresamplitude nur ca. 12° ausmacht. Je geringer die Amplitude, desto sicherer ist natürlich die Pflanzenvegetation vor nachteiligen Beeinflussungen durch die Temperatur gestellt.

Wir wollen nun einige Beispiele aus den Subtropen betrachten.

Madeira, auf dem ca. 32½° N. Br. gelegen, hat nach den Darstellungen und Berechnungen von Langerhans[2] während der Jahre

[1] Meteorologische Zeitschrift 1889 S. [15] und 1881 S. 71.

[2] Handbuch für Madeira. Berlin 1885. S. 92 ff.

1873—1883 folgende Lufttemperaturen als Mittel, absolutes Maximum und absolutes Minimum in Funchal aufzuweisen:

° Cels.

	1873	1874	1875	1876	1877	1878	1879	1880	1881	1882	1883	im Mittel
Mittel	18,1	18,3	19,0	18,7	19,1	19,7	19,0	18,6	19,0	18,6	18,3	18,8
Absolutes Maximum	28,1	27,0	30,2	29,3	30,2	29,2	29,8	32,1	30,0	32,5	32,2	30,1
Absolutes Minimum	9,2	9,7	9,8	9,6	10,6	10,7	9,6	9,2	9,7	9,4	7,6	9,6
Differenz der Extreme	18,9	17,3	20,4	19,7	19,6	18,5	20,2	22,9	20,3	23,1	24,6	20,5

Das Minimum von 7,6°, welches 1883 beobachtet wurde, stellt sich als ein relativ seltenes dar; in den vorhergehenden 10 Jahren sank die Temperatur nie unter 9,2°.

Die gröfste Jahresamplitude (Luftdruck unberücksichtigt gelassen) betrug 1883 24,6°, die niedrigste (1874) 17,3°, im Mittel der 11 Beobachtungsjahre stellt sich dieselbe auf 20,5°, und dabei ist zu berücksichtigen, dafs selbst die niedrigste Temperatur stets weit vom Gefrierpunkt blieb.

Über die Lufttemperaturen in den einzelnen Monaten giebt folgende Zusammenstellung in °Cels. Auskunft[1]:

Funchal	1865—1872.					1873—1883.				
		Mittleres		Absolutes			Mittleres		Absolutes	
	Mittel	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum	Mittel	Maximum	Minimum	Maximum	Minimum
Januar	15,9	18,4	13,4	21,8	7,9	15,8	18,5	12,9	22,6	9,4
Februar	15,9	18,5	13,2	24,9	9,0	15,6	18,3	12,5	22,6	8,6
März	15,9	18,3	13,3	24,4	9,0	15,8	18,5	12,6	22,3	7,6
April	17,1	19,4	14,6	26,6	11,2	16,9	19,4	13,8	23,6	10,2
Mai	18,1	20,2	15,7	26,0	12,7	18,2	20,7	15,0	27,7	9,2
Juni	20,1	22,0	17,9	29,4	13,7	19,7	22,0	16,7	25,9	13,1
Juli	21,9	23,9	19,5	32,4	16,8	21,6	23,9	18,6	32,5	15,4
August	22,7	24,9	20,1	30,0	17,8	22,7	25,1	19,4	32,1	16,7
September	22,4	24,7	19,8	28,3	15,6	22,4	24,7	19,1	32,2	15,7
Oktober	20,7	23,2	18,0	28,8	13,1	20,6	23,3	17,5	30,2	14,0
November	18,4	20,8	16,0	24,2	13,2	18,7	21,5	15,6	27,6	12,0
Dezember	16,5	19,1	14,0	22,8	9,6	16,8	19,4	13,9	22,3	9,6
Jahr	18,8	21,1	16,3	32,4	7,9	18,7	21,3	15,6	32,5	7,6

[1] Langerhans, Handbuch für Madeira. Berlin 1885. S. 90.

Hiernach ergiebt sich eine mittlere Temperatur für die Monate

Januar, Februar, März	= 15,8°	
April, Mai, Juni	= 18,3°	= 20,3°
Juli, August, September	= 22,2°	
Oktober, November, Dezember	= 18,6°	

Das Mittel des kältesten Monats beträgt (Februar) 15,6°, das Mittel des wärmsten (August) 22,7°, Differenz 7,1° Cels.

Auf 100 Meter Steigung nimmt die Temperatur in Madeira 0,547° Cels. ab.

In Joinville, der Hauptstadt des Unterlandes von Dona Francisca, St. Catharina—Brasilien, gelegen auf dem 26° 19′ S. Br., von welcher Kolonie später noch wiederholt die Rede sein wird, liegen nach 8jährigen Beobachtungen und in der naheliegenden Schwesterkolonie Blumenau, gelegen auf 26° 55′ S. Br., nach 6jährigen Beobachtungen (1875—1880) von Dr. Blumenau folgende Mitteltemperaturen vor[1]:

°Cels.	Joinville (8jähriges Mittel)	Blumenau (6jähriges Mittel)
Januar	25,0°	26,0°
Februar	24,5	26,2
März	23,2	24,8
April	21,5	22,5
Mai	18,3	19,8
Juni	16,9	16,7
Juli	15,7	16,7
August	17,3	17,8
September	18,4	19,1
Oktober	20,4	20,5
November	22,0	23,0
Dezember	24,0	24,0
Jahresmittel	20,6°	21,4°

Nach den Beobachtungen von Dr. O. Dörffel liegen in Joinville in den Jahren 1877—1883 folgende absolute Maxima und Minima in den einzelnen Monaten vor[2]:

---

[1] Dr. Henry Lange, Südbrasilien. 2. Auflage. Leipzig 1888. S. 17 ff.
[2] Dr. Henry Lange, Südbrasilien. S. 19.

Niedrigste und höchste Temperatur in Joinville 1877—1883

in °Cels.

		1877		1878		1879		1880		1881		1882		1883		Im Mittel der 7 Jahre	
			Differenz		Differenz		Differenz		Differenz		Differenz		Differenz		Differenz		Differenz
Januar	Maximum	33,1	16,1	30,5	10,5	31,4	13,5	32,0	12,6	30,6	13,1	31,3	11,8	29,9	13,9	—	—
	Minimum	17,0		20,0		17,9		19,4		17,5		19,5		16,0		—	
Februar	Maximum	32,4	15,5	32,4	9,6	32,1	11,7	30,0	11,9	31,1	13,6	31,6	13,0	29,4	12,6	—	—
	Minimum	16,9		22,8		20,4		18,1		17,5		18,6		16,8		—	
März	Maximum	31,6	22,5	31,1	10,7	30,0	12,5	29,9	11,1	29,6	16,5	30,0	17,2	29,4	10,8	—	—
	Minimum	19,1		20,4		17,5		18,8		13,1		12,8		18,6		—	
April	Maximum	30,3	10,7	27,5	12,1	27,1	13,2	27,4	16,1	25,9	13,3	26,8	18,8	31,3	11,4	—	—
	Minimum	19,6		15,4		13,9		11,3		12,6		8,0		9,9		—	
Mai	Maximum	29,6	23,5	25,6	18,1	24,4	14,6	26,4	17,5	23,3	14,8	23,4	17,9	25,0	21,0	—	—
	Minimum	6,1		7,5		9,8		8,9		8,5		5,5		4,0		—	
Juni	Maximum	24,0	14,0	25,6	13,5	21,0	13,7	23,5	14,5	24,9	17,9	22,9	11,1	26,4	19,5	—	—
	Minimum	10,0		12,1		7,3		9,0		7,0		11,8		6,9		—	
Juli	Maximum	22,5	7,6	22,5	14,9	24,8	12,5	23,8	17,4	22,5	17,7	22,6	18,2	23,6	17,7	—	—
	Minimum	14,9		7,6		12,3		6,4		4,8		4,4		5,9		—	
August	Maximum	25,9	17,5	22,8	15,4	26,3	19,9	25,0	15,7	25,0	18,7	28,0	18,0	22,4	18,1	—	—
	Minimum	8,4		7,4		6,4		9,3		6,3		10,0		4,3		—	
September	Maximum	26,1	18,5	27,4	17,4	24,4	18,8	25,8	17,0	29,1	14,7	25,9	16,5	23,8	12,4	—	—
	Minimum	7,6		10,0		5,6		8,8		14,4		9,4		11,4		—	
Oktober	Maximum	26,6	15,6	26,8	16,0	28,3	14,4	27,3	14,5	30,4	15,3	31,6	20,6	27,8	14,4	—	—
	Minimum	11,0		8,8		13,9		12,8		15,1		11,0		13,4		—	
November	Maximum	28,6	13,1	32,0	17,4	30,0	14,6	30,3	13,7	33,0	19,2	28,9	14,1	28,8	12,2	—	—
	Minimum	15,5		14,6		15,6		16,6		13,8		14,8		16,6		—	
Dezember	Maximum	32,5	15,0	29,6	12,3	29,0	14,0	31,0	14,6	31,5	14,4	29,1	14,5	30,6	14,3	—	—
	Minimum	17,5		17,3		15,0		16,4		17,1		14,6		16,3		—	
Höchstes	Maximum	33,1	27,0	32,4	25,0	32,1	26,5	32,0	25,6	33,0	28,2	31,6	27,2	31,3	27,3	32,2	26,7
Niedrigstes	Minimum	6,1		7,4		5,6		6,4		4,8		4,4		4,0		5,5	

Ein Vergleich der Lufttemperaturen Joinvilles mit denen von Funchal wird nun zeigen, wieviel günstiger die Temperaturverhältnisse Madeiras der Pflanzen-Kultur sind gegenüber denjenigen in Dona Francisca, obgleich die mittlere Jahrestemperatur Funchals hinter derjenigen Joinvilles um nahezu 2,0° Cels. zurücksteht. Während das absolute Maximum Funchals aus den Jahren 1865—1883 32,5°, dasjenige Joinvilles 33,1° ausmacht — hier liegt also eine nur wenig belangreiche Differenz vor —, beträgt das absolute Minimum Funchals in jener Zeit in einem einzelnen seltenen Falle 7,6°, gemeiniglich nicht unter 9,0° Cels., dasjenige Joinvilles bereits 4,0°. Das Mittel der absoluten Maxima beträgt

in Funchal (1873—1883) = 30,1° Cels.
in Joinville (1877—1882) = 32,2° -

Differenz 2,1° Cels.

Das Mittel der absoluten Minima beträgt

in Funchal (1873—1883) = 9,6° Cels.,
in Joinville (1877—1883) = 5,5° -

Differenz 4,1° Cels.

Während nun eine Steigerung des durchschnittlichen absoluten Maximums von 30,1° auf 32,2° Cels. der Vegetation fast gar keinen Vorteil bringt, ist ein Sinken des durchschnittlichen absoluten Minimums von 9,6° auf 5,5° für manche Pflanzenkulturen eine Vegetationsfrage. Es ist dieses Beispiel daher wohl danach angethan, zu belegen, welch hohen agrikulturellen Wert sorgfältig angestellte Temperatur-Beobachtungen besitzen. In der Praxis der Agrikultur gelangen die Temperatur-Unterschiede zwischen Funchal und Joinville dadurch zum Ausdruck, dafs z. B. der Kaffeestrauch perennierend in Madeira überall in der Niederung gut gedeiht und ein geschätztes Produkt liefert. In Dona Francisca wird er mit Erfolg nur in geschützten Lagen kultiviert. Auch die Dattelpalme (Phönix dactylifera), welche man in Dona Francisca gar nicht baut, trägt in Madeira noch, wenn auch unansehnliche Früchte. (Sie erfordert nach Humboldt eine höhere Temperatur von 25,5° im Jahresmittel, was jedoch entschieden zu hoch ist, wie die grofsen Kulturen in Biskra mit 20,3° Cels. mittlerer Jahrestemperatur beweisen. — Sie reift sogar noch auf der algerischen Hochebene in Laghouat, wo die Mitteltemperatur nur 16,9° beträgt, freilich die des Juli 28,8°.)

Diese beiden Beispiele sind um soviel lehrreicher, als beide Orte der Beobachtung Küstenregionen repräsentieren und nur wenige Meter über dem Meeresspiegel gelegen sind. Weit gröfser als in Küstenorten fallen die Differenzen der mittleren Monatstemperaturen in Inlandorten aus, wofür nachfolgende Zusammenstellung einen Beitrag liefert:

	Küstenklima		Inlandklima					
	Höhe über dem Meere in Meter							
	ca. 5 bis 10		519	125	506	128	169	780
	Ort und Breitengrad							
	Joinville 26° S. Br.	Funchal 32½° N. Br.	Santiago Chile 33½° S. Br.	Biskra Sahara 35° N. Br.	Rawalpindi Punjab 33° N. Br.	Multan Punjab 31° N. Br.	Agra Indien 27° N. Br.	Mendoza Argentinien 33° S. Br.
	(8 Jahre Beobachtung)	(11 Jahre Beobachtung)	(nach Meteorol. Zeitschrift 1885 S. 367)	(nach Woeikoff [1])				
Jahresmittel	20,6°	18,7°	13,6°	20,3°	20.7°	24,4°	25,6°	15,9°
Höchstes Monatsmittel	Jan. 25,0	August 22,7	Jan. 20,1	Juli 32,2	Juli 30,3	Juli 33,1	Mai 34,3	Jan. 24,3
Niedrigstes Monatsmittel	Juli 15,7	Febr. 15,6	Juli 7,6	Jan. 10,1	Jan. 9,2	Jan. 12,4	Jan. 15,6	Juli 7,1
Differenz	9,3	7,1	12,5	22,1	21,1	20,7	18,7	17,2

Noch gröfser wird schliefslich die Amplitude der Inlandorte ausfallen, wenn die absoluten Temperatur-Maxima und -Minima der einzelnen Jahre zusammengestellt werden, das mag kurz noch an einigen Beispielen gezeigt sein.

	Küstenklima		Inlandklima			
	Höhe über dem Meere in Meter					
	ca. 5 bis 10		724	ca. 800	519	93,5
	Ort und Breitengrad					
	Joinville 26° S. Br.	Funchal 32½° N. Br.	São Paulo Brasilien [2] 23½° S. Br.	Curitiba Brasilien [3] 25½° S. Br.	Santiago Chile [4] 33½° S. Br.	Allahabad Gangesthal [5] 25½° N. Br.
	8 Jahre Beobachtung	11 Jahre Beobachtung	5 Jahre Beobachtung	2 Jahre Beobachtung	langjährige Beobachtung	langjährige Beobachtung
Jahresmittel	20,6°	18,7°	17,8°	17,0°	13,2°	25,4°
Absolutes Maximum	33,1	32,5	33,1	37,8	32,9	48,8
Absolutes Minimum	4,0	7,6	—0,9	—4,4	—3,9	2,2
Differenz	29,1	24,9	34,0	42,2	36,8	46,6

[1] Dr. A. Woeikoff, Die Klimate der Erde. Jena 1887. Teil I. S. 368–380.
[2] Meteorologische Zeitschrift 1886 S. 312.
[3] Henry Lange, Südbrasilien. S. 29.
[4] Meteorologische Zeitschrift 1885 S. 367.
[5] Meteorologische Zeitschrift 1882 S. 320.

Die aufgeführten Orte kennzeichnen die Temperaturverhältnisse subtropischer Regionen. Im Tropengürtel zwischen den Wendekreisen liegen die Verhältnisse insofern anders, als die Temperatur-Minima beständig ansteigen, während die Temperatur-Maxima nur einer geringeren Steigerung fähig sind und einen baldigen Höhepunkt erreichen, welcher nach meinen Ermittelungen 43° Cels. nicht überschreitet. Dieses Maximum liegt in einem Falle unter dem Äquator (in Rubaga, Ostafrika), und zwar 1300 Meter über dem Meere, im andern Falle (in Massaua) am roten Meere, 9 Meter über dem Meeresspiegel, auf 15½° N. Br. Im inneren Tropengürtel zwischen den Breitengraden 0 und 10° S. u. N. ist im Küstenklima meines Wissens nach nirgend eine ähnlich hohe Temperatur beobachtet. Die absolut höchsten Temperaturen wechseln daselbst zwischen 32½ und 39° Cels., dahingegen steigen daselbst die absoluten Jahresminima bis zu 22° an[1].

Die bis jetzt beobachtete niedrigste absolute Temperatur-Amplitude beträgt 12° Cels. und liegt in Georgetown in Guyana[2] auf dem ca. 7° N. Br. Die absoluten Temperaturextreme betragen daselbst nach 11jähriger Beobachtung in maximo 32,8°, in minimo 20,8°. Auch Singapore[3] bietet ein Beispiel für eine aufserordentlich enge absolute Temperaturamplitude, wie wir ein wenig weiter unten sehen werden. Dahingegen beträgt das absolute Maximum der Temperatur in Massaua, bis jetzt als heifsester Ort der Erde bekannt, 42,8°, das absolute Minimum 23,8°, Differenz 19,0° Cels.

Als lehrreiche Beispiele gleichmäfsiger Tropentemperatur seien aus dem innern Tropengürtel die Lufttemperaturen von Singapore, Hinterindien, Georgetown und Paramaribo (Surinam), Guyana, hier aufgeführt.

In Singapore, 1° N. Br., beträgt die mittlere Jahrestemperatur 27,8° Cels. Die Extreme betragen absolutes Maximum 34,2°, absolutes Minimum 21,7°, Differenz 12,5° Cels. Die Monatsmittel stellen sich folgend:

Januar	27,2°	Juli	27,5°
Februar	28,1	August	26,9
März	29,1	September	28,6
April	28,6	Oktober	28,1
Mai	28,0	November	27,4
Juni	28,0	Dezember	26,3

[1] Vgl. Singapore in der später folgenden Tabelle II.
[2] Meteorologische Zeitschrift 1883. S. 102.
[3] Meteorologische Zeitschrift 1881. S. 17.

Das höchste Monatsmittel ist demnach 29,1°,
- niedrigste - - - 26,9°

Differenz 2,2°

Die mittleren Monats-Maxima und -Minima betragen:

° Celsius

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	Oktober	Novbr.	Dezbr.	Extreme
Mittlere Monatsmaxima	30,3	31,3	31,7	32,1	30,9	30,4	30,1	29,8	30,7	31,2	30,2	29,8	32,1
Mittlere Monatsminima	23,9	23,9	23,8	24,5	24,6	24,2	27,7	23,7	23,8	23,5	23,5	23,0	23,0
Differenz	6,4	7,4	7,9	7,6	6,3	6,2	2,4	6,1	6,9	7,7	6,8	6,8	9,1

Georgetown, 6° 50′ N. Br., 3 m über dem Meeresspiegel, hat mittlere Jahrestemperatur . . . . = 26,4° Cels.
Paramaribo, 5° 44′ N. Br., ähnliche Höhe . . . = 27,1 -
Das absolute Maximum der Temperatur beträgt in Georgetown . . . . = 32,8 -
(1880) in Paramaribo . . . . = 34,2 -
Das absolute Minimum in Georgetown . . . . = 20,8 -
(1880) in Paramaribo . . . . = 19,9 -
Dementsprecheud beträgt die Differenz zwischen den absoluten Extremen in Georgetown . . . . . = 12,0 -
in Paramaribo . . . . . . = 14,3 -

Die Monatsmittel beziffern sich[1]:

	Georgetown	Paramaribo		Georgetown	Paramaribo
Januar	25,8°	26,3°	Juli	26,1°	28,1°
Februar	25,8	26,3	August	26,5	28,4
März	26,1	26,6	September	27,2	28,6
April	26,4	27,1	Oktober	27,3	28,4
Mai	26,3	27,5	November	26,9	28,1
Juni	26,1	27,9	Dezember	26,1	26,8

Das höchste Monatsmittel ist demnach in Georgetown 27,3°, in Paramaribo 28,6°, das niedrigste 25,8 resp. 26,1°; die Differenzen der Monatsmittel betragen demnach in Georgetown 1,5°, in Paramaribo 2,5° Cels.

[1] Zeitschrift der österreichischen Gesellschaft für Meteorologie 1883. S. 101 ff.

Die mittleren Monatsextreme betragen ° Cels.
in Georgetown (11jährige Beobachtung):

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	Oktbr.	Novbr.	Dezbr.	Extreme
Mittlere Maxima	29,5	29,2	29,4	29,9	30,7	30,2	30,4	31,5	31,4	**31,7**	31,5	30,3	31,7
Mittlere Minima	21,8	**21,4**	21,9	22,1	22,1	21,7	21,4	21,6	22,1	22,0	21,9	21,5	21,4
Differenz	7,7	7,8	7,5	7,8	8,6	8,5	9,0	9,9	9,3	9,7	9,6	8,8	10,3

in Paramaribo (6jährige Beobachtung)

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	Oktbr.	Novbr.	Dezbr.	Extreme
Mittlere Maxima	29,3	29,5	29,8	30,5	30,9	31,8	32,3	32,6	**32,8**	32,6	32,0	30,1	32,8
Mittlere Minima	23,4	**23,2**	23,5	23,8	24,2	24,0	24,0	24,2	24,4	24,2	24,2	23,6	23,2
Differenz	5,9	6,3	6,3	6,7	6,7	7,8	8,3	8,4	8,4	8,4	7,8	6,5	9,6

(in Paramaribo (1880) absolute Monatsextreme)

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	Oktbr.	Novbr.	Dezbr.	Extreme
Maxima	31,6	30,0	31,2	31,7	32,9	32,9	33,5	**34,2**	33,6	33,2	32,9	31,6	34,2
Minima	22,6	21,8	**21,8**	22,1	23,5	22,4	22,1	23,5	22,5	23,2	22,0	22,6	21,8
Differenz	9,0	8,2	9,4	9,6	9,4	10,5	11,4	10,7	11,1	10,0	10,9	9,0	12,4

Diese Zahlen zeigen die aufserordentliche Gleichmäfsigkeit der Temperaturen im Küstenklima des engern Tropengürtels. Kaum dafs die Lufttemperatur unter 20° sinkt und über 35° ansteigt. Nahezu alle Kulturen auf den malaiischen und indischen Inseln, welche Seeklima besitzen, haben ähnliche Temperaturen zur Verfügung, doch giebt es auch viele Ausnahmen, so im regenreichen Batavia auf Java. Die mittlere Jahrestemperatur Batavias[1] (6° S. Br. u. 7 m über dem Meeresspiegel) beträgt nach 10jähriger Beobachtung 25,8°. Die Monatsmittel machen in Batavia aus:

Januar	25,1°	Juli	25,6°
Februar	25,2	August	25,9
März	25,8	September	26,2
April	26,2	Oktober	26,2
Mai	26,3	November	26,1
Juni	26,0	Dezember	25,4

[1] Zeitschrift der österreichischen Gesellschaft für Meteorologie. Jahrgang 1880. S. 141—146.

Das höchste Monatsmittel beträgt demnach in Batavia = 26,3°
- niedrigste - - - - - = 25,1

Differenz = 1,2°.

In den einzelnen Monaten sind die mittleren Monatsextreme folgende:

°Celsius

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	Oktbr.	Novbr.	Dezbr.	Extreme
Mittlere Maxima	30,3	30.1	31,2	31,4	31,6	31,3	31,0	31,9	**32.3**	32,1	32,1	31,3	32,3
Mittlere Minima	21,7	22,1	22,2	22,4	22,2	21,8	21,2	**20.9**	21,5	21,8	22,2	21,8	20,9
Differenz	8,6	8,0	9,0	9,0	9,4	9,5	9,8	11,0	10,8	10,3	9,9	9,5	11,4

Die höchste Temperatur in 10jähriger Beobachtung beträgt in Batavia 33,7°, die niedrigste jedoch 14,9°, Differenz 18,8°. Dafs das Minimum einen solch aufserordentlich niedrigen Stand erreichte, ist auf die zeitweise aufserordentlich reichen Niederschläge und die dieselben begleitende Verdunstungskälte zurückzuführen; hiervon wird später die Rede sein.

Schliefslich müssen wir noch einige Temperaturen betrachten, welche einen Einblick in die klimatischen Verhältnisse jener Regionen gestatten, die zwischen den Wendekreisen und etwa den 10. Breitengraden liegen. Ich wähle dafür die Temperaturverhältnisse von Havannah (auf dem 23° N. Br.)[1], von Bangkok in Siam (13° 38′ N. Br.)[2] und von Apia auf Upolu, einer der Samoa-Inseln ($13\frac{3}{4}$° S. Br.)[3].

Havannah hat nach 6jähriger Beobachtung eine mittlere Jahrestemperatur von 25,3° Cels.; die mittleren Monatstemperaturen sind folgende:

Januar	22,2°	Juli	27,8°
Februar	22,4	August	28,0
März	23,6	September	27,2
April	25,3	Oktober	26,0
Mai	26,7	November	23,9
Juni	27,8	Dezember	22,8

Die höchste mittlere Monatstemperatur ist demnach 28,0°, die niedrigste 22,2°, Differenz 5,8°.

[1] Meteorologische Zeitschrift 1882. S. 485.
[2] Meteorologische Zeitschrift 1880. S. 183—185.
[3] Meteorologische Zeitschrift 1880. S. 186.

Es betragen die mittleren Monatsmaxima und Monatsminima (1882):

° Celsius

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	Oktbr.	Novbr.	Dezbr.	Extreme
Mittlere Maxima	29,1	30,4	33,4	34,7	36,1	37,3	**37,4**	35,0	34,3	32,4	30,7	29,5	37,4
Mittlere Minima	15,0	**14,0**	15,8	18,3	21,2	23,2	23,4	23,4	23,2	21,1	17,0	15,6	14,0
Differenz	14,1	16,4	17,6	16,4	14,9	14,1	14,0	11,6	11,1	11,3	13,7	13,9	23,4

Die absoluten Extreme während 6 Jahre betragen 39,1° und 12,2°, Differenz 26,9°.

Bangkok besitzt nach 10jähriger Beobachtung eine mittlere Jahrestemperatur von 26,7° Cels.

Die Monatsmittel sind folgende:

Januar	24,5°	Juli	27,4°
Februar	26,2	August	27,4
März	28,1	September	26,8
April	28,6	Oktober	26,7
Mai	27,9	November	24,9
Juni	27,9	Dezember	23,8

Das höchste Monatsmittel ist demnach 28,6°
- niedrigste - - - 23,8

Differenz 4,8°.

Es beträgt das mittlere Monatsmaximum und mittlere Monatsminimum:

° Celsius

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	Oktbr.	Novbr.	Dezbr.	Extreme
Mittlere Maxima	29,6	30,8	32,5	**33.1**	32,1	31,6	31,2	31,4	30,6	30.2	28,6	28,6	33,1
Mittlere Minima	20,4	22,4	24,6	25,3	25,2	25,4	25,1	24,9	24,6	24,3	21,8	**20,1**	20,1
Differenz	9,2	8,4	7,9	7,8	6,9	6,2	6,1	6,5	6.0	5,9	6,8	8,5	13,0

Das absolute Maximum betrug 35,4°, das absolute Minimum 15,6°, Differenz 19,8°.

Apia besitzt nach 3jähriger Beobachtung eine mittlere Jahrestemperatur von 25,7°.

Die Monatsmittel sind folgende:

Januar	26,1°	Juli	24,1°
Februar	25,2	August	25,3
März	25,7	September	26,0
April	25,9	Oktober	25,8
Mai	25,4	November	26,6
Juni	25,0	Dezember	26,7

Das höchste Monatsmittel beträgt demnach 26,7°, das niedrigste 24,1°, Differenz 2,6°.

Es betragen die mittleren Jahresmaxima und -minima in den einzelnen Monaten:

° Celsius

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septbr.	Oktbr.	Novbr.	Dezbr.	Extreme
Mittlere Maxima	29,4	24,9	30,0	31.1	29,4	28,3	27,8	28,9	30,0	30.0	28,9	30,0	31,1
Mittlere Minima	—	21,7	21,1	20,5	18,3	18,3	16,1	15,0	18,9	16,1	23,3	21,7	15,0
Differenz	?	3,2	8,9	10,6	11,1	10,0	11,7	13,9	11,1	13,9	5,6	8,3	16,1

Das absolute Maximum betrug 31,1°, das absolute Minimum 15,0°, Differenz 16,1°.

Diese Betrachtungen werden einen Einblick in die tropischen und subtropischen Temperaturverhältnisse der Luft gestattet haben. Derselbe läfst vornehmlich erkennen, wie mannigfaltig die Temperaturverhältnisse sind, mit denen die tropische und subtropische Agrikultur zu rechnen hat.

Es scheinen mir nun hier noch einige allgemeine Erörterungen am Orte zu sein.

Woeikoff nimmt in seinem Werke „Die Klimate der Erde“ den 25° nördlicher und südlicher Breite als G r e n z e f ü r d i e T r o p e n an [1]. Die Grenzen der Wendekreise — wie auch der Polarkreise — verwirft er als klimatische Zonengrenzen, weil nicht nur die Temperatur auch aufserhalb der Wendekreise hoch ist, sondern weil auch die charakteristische Luftströmung der Tropen, die Passate, über sie hinausreicht. Er meint, dafs sogar der 30° N. u. S. Breite als Grenze angenommen werden könnte, jedoch sei diese Grenze nicht ganz gut gewählt, weil schon etwas jenseits des 25. Grades im Winter Westwinde die Herrschaft erhalten, namentlich auf den Oceanen und den benachbarten

[1] Woeikoff, Die Klimate der Erde. Jena 1887. I. Teil. S. 327.

Teilen der Kontinente. Diese Westwinde sind ein charakteristisches Merkmal mittlerer Breiten. „Den 25° N. u. S. Br. als Grenze anzunehmen für die Tropen hätte den Vorteil, dafs eine runde Zahl von Graden erhalten wird und die den Tropen beigezählten Gegenden in ihren klimatischen Verhältnissen wirklich tropisch sind." Die tropische Agrikultur hat keinen Grund, diesen Vorschlag Woeikoffs geradezu zu verwerfen, sofern derselbe allgemeinen Anklang findet. Sie würde aber auch ebensosehr die Wendekreise auf Grund ihrer astronomischen Bedeutung als tropische Zonengrenzen anerkennen können, weil der Übergang der tropischen in die subtropische Landwirtschaft ein sehr verwischter und ganz scharf überhaupt nicht festzustellen ist. In allen Gebieten mit Küstenklima, die ja bei dieser Grenzbestimmung ausschliefslich mafsgebend sein müssen, finden wir die Übergänge von den Tropen zu den Subtropen so mannigfaltig und wenig deutlich, dafs es unmöglich ist, hier ein für allemal eine scharfe sich mit einer geographischen Linie deckende Grenze festzulegen. Schon der Umstand bereitet dabei gleichfalls Schwierigkeiten, dafs das Klima der südlichen Erdhemisphäre ein anderes ist als das der nördlichen.

Die mittlere Zone rechnet nun Woeikoff vom 25°—65° N. und S.; jenseits dieser Grade würde fast nirgend Landwirtschaft mehr betrieben. Das trifft nun zwar für Rufsland, nicht aber auch für Schweden und Norwegen zu, wo sich der Roggen- und Gerstenbau sogar bis zum 70° erstreckt und der Haferbau in Norwegen bis zum 66°. Doch das ist nicht von grofser Bedeutung! Die Agrikultur hat vornehmlich in dem gemäfsigten Klima drei Gebiete zu unterscheiden, die kühle gemäfsigte oder subarktische Zone, die den Anbau von Wintergetreide meist ausschliefst, die mittlere gemäfsigte Zone, und die warme gemäfsigte Zone. Letztere haben wir unter dem Namen subtropische Zone kennen gelernt. Ich scheide dieselbe aus landwirtschaftlichem Gesichtspunkte mit dem 35° von der mittleren gemäfsigten Zone, und zwar aus folgendem Grunde. Über den 35° geht die Kultur des Kaffeestrauches nicht hinaus, ebenso nicht diejenige der Baumwollenstaude und auch nicht die Bananenkultur. Zwar ist nach Semler versucht, das Anbaugebiet der Baumwollenstaude in Nordamerika bis zum 40° hinauszuschieben, doch mit entschiedenem Mifserfolg. Die Sommer nördlich vom 36° sind zu kurz, sagt Semler, um die volle Ausreife der Baumwolle zu ermöglichen. „Selbst[1] einige Breitengrade südlicher als der 36° ist die Kultur eine gewagte, weil die Sommer zuweilen zu kurz sind, um der Staude Zeit zur Ausreife zu geben.

[1] Semler, Tropische Agrikultur. Bd. III S. 536.

Hier kann überhaupt nur in tieferen Lagen der Anbau ins Auge gefafst werden.“ Die kleine indische Staude wird zwar bis zum 40° gebaut und auch in Süd-Italien kultiviert, aber dieses Beispiel lehrt auch, dafs der Frost d. h. jede noch so geringe Temperatur unter 0° stets die Ernte schmälert. Viele Kapseln gehen verloren. Auch die Bananenkultur ist dort, wo regelmäfsig die kalte Jahreszeit eine Temperatur-Erniedrigung bis zu 0° mit sich bringt, nicht mehr rentabel. Ich selbst habe Gelegenheit gehabt, dieses in Südbrasilien zu prüfen. Je niedriger die Temperatur dort sinkt — ohne 0° zu erreichen —, desto mehr lassen die Bananen in Quantität der Ernteergebnisse und Geschmack nach. Es giebt zwar auch Abstufungen in den Bananen-Spielarten und solche, die klimahärter sind. Der chinesischen Banane rühmt man nach, dafs sie einen starken Reif ohne Nachteil verträgt, und sie wird z. B. auf Cuba in Gegenden noch mit Erfolg gezüchtet, wo das Quecksilber nicht selten auf den Gefrierpunkt fällt. Die Cavendish-Banane wird in Florida in grofsen Pflanzungen kultiviert und übersteht unbeschädigt sogar leichte Fröste, welche auf seichten Gewässern schwache Eisdecken bilden, doch das sind extreme Verhältnisse seltener Art, mit denen eine rationelle Kultur der Gewächse nicht rechnen darf. Empfindlicher als Baumwollstaude und Banane ist der Kaffeebaum oder Kaffeestrauch gegen Temperatur-Erniedrigung. Erträgt er auch wohl einmal einen gelegentlichen Rauchfrost, so liefert er doch überall dort, wo er demselben öfter ausgesetzt ist, ein ebenso geringwertiges wie spärliches Produkt. Temperatur-Erniedrigungen auf 5° Cels. sind, wenn sie längere Zeit andauern, bereits im stande, die Rentabilität der Kaffeekulturen zu gefährden. Dieses haben die Kaffeeplantagen des brasilianischen Hochlandes in São Paulo oft genug erfahren müssen. Es liefse sich hier noch eine gröfsere Zahl jener tropischen Kulturpflanzen aufführen, deren Kultur eine Temperatur-Erniedrigung auf 0° gefährdet und deren Anbau infolgedessen jenseits des 35° N. Br. ausgeschlossen ist. Ich sehe davon ab, dieselben hier namhaft zu machen, und mufs auf das IV. Kapitel verweisen. Jene aufgeführten Kulturpflanzen sind wichtig genug, um aus ihren Temperaturansprüchen bereits vegetative Grenzlinien zu konstruieren.

Nun vermögen ja vielerorts, und das mag erlaubt sein hier noch einmal zu berühren, die neueingeführten Pflanzen sich den veränderten klimatischen Verhältnissen anzupassen. Es ist ja auch z. B. eine allgemein bekannte Thatsache, dafs in nordischen Ländern die Laubwälder eine geringere Temperatur zum Treiben und zur Blüte bedürfen, als sie weiter südlich beanspruchen, und auf der andern Seite, dafs z. B. Eichbäume in die Tropen versetzt zu immergrünenden

Bäumen sich auszubilden vermögen, nachdem sie eine Zeit lang in ihrer Ratlosigkeit eine recht komische Figur abgegeben. Auch der Tabak hat sich aus wärmeren Ländern in die kältere norddeutsche Tiefebene verirrt und wird sogar noch im Oderbruch in grofsen Flächen mit Erfolg kultiviert. Es liefert gerade diese Pflanze damit den Beweis, wie vorsichtig man sein mufs, feste Grenzen für die Ausdehnungsgebiete der Kulturpflanzen zu ziehen. Indem ich dieses besonders betone, mufs ich daher bitten, wo immer ich über Vegetationsgrenzen einer Kulturpflanze ziffermäfsig Angabe mache, dieser stets einen kleinen Spielraum zu gewähren und sie nicht in der Zahl engster Bedeutung zu nehmen [1].

In diesem Sinne ist daher auch überall dort, wo die Temperatur periodisch, wenn auch noch so kurze Zeit unter 0° sinkt, die Kultur der Baumwollstaude und Banane ausgeschlossen, und das ist wichtig genug, um mit ihren Grenzlinien, d. i. mit dem 35. Breitengrade (N), auch die der subtropischen Agrikultur zusammenfallen zu lassen.

Dazu kommt nun ferner, dafs wenigstens auf der wärmeren nördlichen Hemisphäre der Roggenbau im Küstenklima nicht über den 35° hinabgeht. Selbst in Griechenland pflegt man Roggen nur noch in Gemeinschaft mit Weizen zu kultivieren. Auch an Stelle der Weizenkultur pflegt südlich vom 35° auf der nördlichen Hemisphäre gemeiniglich Mais, Sorghum und Hirse zu treten. Auf der südlichen Hemisphäre liegen diese so wichtigen Grenzlinien der Kulturpflanzen ein wenig näher dem Äquator zugewandt.

Meines Erachtens sind die Grenzlinien im gemäfsigten Klima — und ich habe hier insbesondere die nördliche Erdhälfte im Auge — vom agrikulturellen Gesichtspunkt aus folgend zu legen:

23½° resp. 25°—35°	ca. 12½ Breitengrade = subtropische Zone (die Temperatur sinkt nicht unter 0°).
35°—55°	ca. 20 Breitengrade = eigentlich gemäfsigte Zone (die Temperatur sinkt selten unter — 25°).
55°—65° resp. 70°	ca. 12½ Breitengrade = subarktische gemäfsigte Zone.

Die mittleren Temperaturen der Breitenkreise im Küstenklima der gemäfsigten Zone finden einen allgemeinen Ausdruck in folgender Zusammenstellung, in welcher ich den Angaben Woeikoffs folge [2].

---

[1] Vgl. hierzu die ausgezeichneten Erörterungen von Woeikoff, Die Klimate der Erde. I. Teil. Kap. 12, insbesondere S. 263 ff.

[2] Woeikoff, Die Klimate der Erde. I. Teil. S. 331.

Gemäfsigte Zone.

Mitteltemperaturen der Breitenkreise (° Cels.) bei Luftdruck der Küstenländer.

	Nördliche Halbkugel			Südliche Halbkugel		
	Jahr	Januar	Juli	Jahr	Januar	Juli
	Subarktische Zone.					
65°	—4,3	—22,5	12,2			
60°	—0,8	— 16,0	14,1			
	Mittlere gemäfsigte Zone.					
55°	2,3	—10,9	15,7	3,1	4,6	—0,6
50°	5,6	—7,2	18,1	5,9	8,0	3,2
45°	9,6	—2,3	20,8	8,9	12,5	6,7
40°	14,0	3,9	23,8	11,8	16,1	9,7
	Subtropische Zone.					
35°	17,1	8,8	25,8	15,2	19,3	12,4
30°	20,3	13,9	27,3	18,5	22,6	15,3
25°	23,7	18,4	28,0	20,9	24,6	18,1

Die tropische oder heifse Zone ist gleichfalls vom agrikulturellen Gesichtspunkt einer innern Teilung unterworfen. Bevor ich indessen die Grenzlinien angebe und begründe, will ich im Anschlufs an die obige Zusammenstellung die Mitteltemperaturen der Breitenkreise nach Woeikoff folgen lassen und besprechen.

Heifse Zone[1].

Mitteltemperatur der Breitenkreise (° Cels.) bei Luftdruck der Küstenländer.

	Nördliche Halbkugel			Südliche Halbkugel		
	Jahr	Januar	Juli	Jahr	Januar	Juli
25°	23,7	18,4	28	20,9	24,6	18,1
20°	25,6	21,7	28,1	22,7	25,5	20,5
15°	26,3	23,9	27,9	24,1	25,7	22,6
10°	26,4	25,7	26,7	25,0	25,8	24,0
5°	26,1	26,2	26,1	25,5	26,1	24,9
0°	25,9	26,2	25,4	—	—	—

[1] Woeikoff, Die Klimate der Erde. I. Teil. S. 331.

Diese Zahlen zeigen die eigentümliche Erscheinung, dafs die höchsten mittleren Jahrestemperaturen nicht gerade unter dem Äquator liegen, sondern auf der nördlichen Hemisphäre auf dem 10., 5. und 15. Breitengrad anzutreffen sind. Diese Erscheinung zu erklären, ist hier nicht der Ort. Ich habe nur darauf zu verweisen, dafs, während auf dem 10., 5. und 15. nördlichen Breitengrad die mittleren Jahrestemperaturen diejenige auf dem Äquator übertreffen, dennoch die mittleren Temperaturen des kältesten und wärmsten Monats des Jahres auf diesen Linien sich wesentlich unterscheiden. Auf dem Äquator verursachen dieselben eine Differenz von 0,8°, auf 5° N eine Differenz von nur 0,1°, auf 10° N von 1,0° und auf 15° N von sogar 4°. Entfernter vom Äquator werden die Differenzen erheblich höher.

Nun ist es im allgemeinen für die Vegetation wie auch die Agrikultur des inneren Tropengürtels vollständig indifferent, ob die mittlere Jahrestemperatur 25,9° oder 26,4° beträgt, aber es ist nicht ohne Belang, in welchen Grenzen die Extreme der Temperaturen innerhalb eines Jahres schwanken. Je gröfser diese sind, desto mehr verändert sich der Typus der Pflanzen in den einzelnen Jahreszeiten.

Dort, wo die Temperaturschwankungen innerhalb eines Jahres sich auf ein sehr Geringes reduzieren, werden die Erscheinungen des Pflanzenlebens durch dieselben während der einzelnen Monate kaum oder gar nicht beeinflufst. Fast während des ganzen Jahres herrscht dort ein Zustand des beständigen Frühlings und Sommers, und sofern genügende Mengen Niederschläge vorhanden, wie z. B. in sehr vielen Orten des indischen und malaischen Archipels und in Guyana, besitzt die Vegetation in dieser Sphäre einen absolut unperiodischen Typus. Knospen, Blüten und reife Früchte sind während des ganzen Jahres an demselben Baume anzutreffen, die einjährigen Pflanzen treten ferner vollständig zurück und die Zahl der Holzgewächse nimmt aufserordentlich zu. Der Agrikultur ist es infolgedessen möglich, fast willkürlich — nur etwa von den Mengen der Niederschläge zu einzelnen Zeiten beeinflufst — sich selbst die Zeiten der Aussaat und Pflanzung und dementsprechend der Ernte zu bestimmen. Die Lufttemperatur-Extreme pflegen innerhalb dieses Kreises während des ganzen Jahres nur um 12—15° in ihrer Absolutheit zu differieren. Die Temperaturmaxima gehen dabei selten über 36° hinaus und die Minima sinken relativ selten unter 20° Cels., so dafs eine beständige wechsellose — physiologisch für den menschlichen Körper ermattende — Wärme während des ganzen Jahres vorliegt, welche der sich beständig gleichbleibenden Treibhaus-Atmosphäre ähnelt.

Orte oder Regionen mit diesen klimatischen Verhältnissen müssen nun von denjenigen mit ziemlich gleicher mittlerer Jahrestemperatur getrennt gehalten werden, welche weiteren Temperaturamplituden im Laufe des Jahres ausgesetzt sind und infolgedessen der Vegetation und Agrikultur periodische Wachstums- und Lebenserscheinungen aufdrängen, ohne dafs dabei Art oder Unterart irgendwelche physiologische Veränderungen erleidet, und ohne dafs dieselben in ihrer Verbreitung beeinflufst werden. Eben in diesem letzteren Umstande besteht das Gemeinsame dieser beiden klimatischen Kreise, desjenigen mit unperiodischen Wachstumserscheinungen und desjenigen mit periodischen, während sie sich untereinander unterscheiden durch die gröfsere Differenz der Temperaturextreme im Laufe des Jahres und etwa durch eine geringere der mittleren Jahrestemperatur (0—0,5° Cels.). Während in Bezug auf die absoluten unteren Extreme als das Minimum des unperiodischen Klimas ca. 20° Cels. bezeichnet werden mufs, kann als äufserstes Minimum des periodischen des engern Tropengürtels 15° Cels. angesetzt werden, eine Grenze, welche ungefähr mit der Vegetationsgrenze der Ölpalme, Elaeis Guineensis und Elaeis melanococca, in Afrika und Amerika zusammenfallen dürfte (von der jedoch nicht sicher das äufserste Minimum der Temperatur, um noch Blüte und Fruchtbildung zu gestatten, bekannt ist). Diese soeben gekennzeichneten Temperatureigenschaften pflegen im allgemeinen — jedoch mit vielen Ausnahmen — alle diejenigen Regionen der Küstenländer zu besitzen, welche zwischen dem Äquator und etwa dem 10. beziehungsweise 15.° nördlicher Breite liegen.

Alles, was zwischen dem 10. (15.) und 25. (resp. 23½.) Breitengrad gelegen, ist klimatisch hiervon zu unterscheiden. Zwischen diesen Kreisen gestalten sich die klimatischen Verhältnisse wenn auch nicht regellos, so doch sehr buntscheckig. Luft- und Meeresströmung, die geringste Höhenlage, Entfernung vom Meere, Verteilung der Niederschläge während des Jahres, Facies der Erdoberfläche, alles dieses kommt hier mehr als im engern Tropengürtel in Bezug auf die Temperaturbestimmung zur Geltung. Infolgedessen sehen wir hier häufig die Temperatur aufserordentlich hoch ansteigen (bis zu 42,8° in Massaua) und dann wiederum sehr sinken. Unter 10° Cels. pflegt jedoch die Temperatur in Küstenstrichen zwischen dem 10.° (15.°) und 25.° nur selten, wenn überhaupt, zu fallen. In Havannah, auf dem 23.° nördlicher Breite, beträgt das niedrigste bis jetzt beobachtete Minimum 12,2° Cels., dabei ist jedoch der Einflufs des Golfstromes zu berücksichtigen. Mit der genannten Grenze von

10° Cels. Temperatur in minimo fällt diejenige der Kultur des Kakaobaumes zusammen und das Ende dieser Kultur schneidet daher mit der Grenze gegen die Subtropen ab.

Ich komme demnach zu folgender Einteilung der Tropen und Subtropen vom Gesichtspunkte der Temperatur, der geographischen Linien und der Agrikultur.

A. Tropen.

I. Intensive oder innere Tropenzone.

Mittlere Jahrestemperatur ca. 25° Cels. und darüber.

1. Das absolute Minimum sinkt nicht unter 20° Cels. Zone der ununterbrochenen Agrikultur zwischen 0. und 10. (15.) Breitengrad (äquatoriale Tropenzone).
2. Das absolute Minimum steht zwischen 20 und 15° Cels. Zone der bereits periodischen Agrikultur zwischen 0. und 10. (15.) Breitengrad.

Grenze der Ölpalme, welche jedoch noch nicht in Kultur genommen.

II. Gemäfsigte oder äufsere Tropenzone.

Mittlere Jahrestemperatur zwischen 25 und 20° Cels.

Das absolute Minimum steht zwischen 15 und 10° Cels. zwischen 10. (15.) und 23½. bezw. 25. Breitengrad. Ungefähre Grenze der Kakaobaumkultur.

B. Gemäfsigtes Klima.

III. Subtropische Zone.

Mittlere Jahrestemperatur zwischen 20 und 15° Cels. zwischen dem 23½. bezw. 25. und 35. Breitengrad.

1. Das absolute Minimum sinkt nicht unter 5° Cels. Ungefähre Grenze der allzeit sicheren Kaffeekultur.
2. Das absolute Minimum sinkt nicht unter 0° Cels. Äufserste Grenze der Baumwollen- und Bananenkultur[1].

Die in dieser Einteilung gegebenen Daten sind natürlich durchaus nicht derart scharf aufzufassen, dafs sich in dieselbe die ganze

[1] Hierbei sei insbesondere der Vegetationszonen A. de Candolles gedacht, welcher in den „Archives des Sciences de la Biblioth. univers., Genève 1874" folgende Einteilung der Vegetationszonen nach dem Prinzip der Wärme und Fruchtbarkeit aufstellt:

1. Megathermen (Drude verbessert treffend Hydromegathermen),
2. Xerophilen,
3. Mesothermen,
4. Mikrothermen,
5. Hekistothermen.

Vgl. hierzu Dr. Oskar Drude, Handbuch der Pflanzengeographie. Stuttgart 1890. S. 112.

subtropische und tropische Agrikultur einschachteln liefse. Sie bilden nur **ungefähre Anhaltepunkte**, um sich schnell orientieren zu können und um das Gebiet der tropischen Agrikultur verständlicher zu machen. So gut wie es nördlich des 35. Breitengrades manche Orte giebt, welche eine mittlere Jahrestemperatur von über 15 ° Cels. aufzuweisen haben (z. B. Lissabon auf 38½ ° N hat im Mittel des Jahres 15,6 ° Cels., Rom auf 42 ° N 15,5 ° Cels., Athen auf 38 ° N hat 17,5 ° Cels., Palermo auf 38 ° hat 17,6 Cels., Nizza auf 43½ ° sogar noch 15,7 ° Cels.), ebenso liegen auch in jenen Klimakreisen der Breitengrade viele örtliche Anomalieen, welche in lokalen und regionalen Temperaturbeeinflussungen ihre Erklärung finden. Hier und da treten sporadisch auch ganz plötzlich irreguläre Naturerscheinungen auf, durch welche insbesondere ganz unerwartete und kurzandauernde Temperaturabkühlungen eintreten, so durch Hagelschauer, Tornados und Cyklone. Diese müssen zwar bei der klimatischen Beurteilung eines Landes je nach der Häufigkeit ihrer Erscheinungen berücksichtigt werden, dürfen jedoch in Anbetracht ihres Charakters, sofern sie ganz aufsergewöhnliche Naturerscheinungen, nicht ungebührlich gewürdigt bezw. gefürchtet werden.

Dafs die südliche Halbkugel im allgemeinen niedrigere Temperaturen in den einzelnen Breiten aufweist, ist schon verschiedentlich betont worden, so dafs es hier wohl kaum eines nochmaligen Hinweises auf diese Erscheinung bedarf.

Zur Vervollständigung dieser Betrachtungen seien zwei Tabellen beigegeben. Die erstere enthält eine Zusammenstellung subtropischer und tropischer Orte mit Angabe ihrer mittleren Jahrestemperatur. Sie ist zumeist dem Woeikoffschen Werke entlehnt, enthält jedoch auch Daten aus anderen zuverlässigen Quellen. Es kam mir bei der Sammlung des Materials vornehmlich darauf an, eine möglichst grofse Anzahl gewissenhaft geprüfter Angaben zu bringen. Manches, was nicht zuverlässig genug erschien oder aus zu kurzer Beobachtung hervorgegangen war, mufste daher zurückgelassen werden.

Man wird aus dieser ersten Tabelle erkennen, wie aufserordentlich wechselvoll selbst in Küstendistrikten die Temperaturen auf den gleichen Breitengraden sein können; ebenso ist dieses der Fall in Orten mit Inlandklima. So hat z. B. Zikawey, Shanghai, China, 31 ° N gelegen, 7 m über dem Meeresspiegel, eine mittlere Jahrestemperatur von 15,1 ° Cels., während Alexandria auf demselben Breitengrad, 19 m über dem Meere, 20,6 ° Cels. zeigt und Maltan im Punjab auf gleichem Breitengrad und 128 m über dem Meere sogar 24,4 ° mittlere Jahrestemperatur besitzt. Die Zahl ähnlicher Beispiele liefse sich leicht

aus der Tabelle vermehren, aber dieselben sind ja auch im gemäfsigten Klima bekannt. So besitzen z. B. Neapel und New York, welche auf demselben Breitengrade liegen (40,8° N) folgende Temperaturen[1]:

	Mittlere Jahrestemperatur	kältester Monat	wärmster
Neapel	16,5	9,0	25,1
New York	10,6	– 1,7	24,2
Differenz	5,9	10,7	0,9

Man pflegt auch gewöhnlich anzunehmen, dafs mit je 100 m Erhebung über dem Meeresspiegel die mittlere Jahrestemperatur um ca. 0,5° Cels. sinkt. Auch dieses trifft sehr häufig nicht ein. So hat z. B. Jamestown auf St Helena, 16° N, 12 m über dem Meere, 21,3° mittlere Jahrestemperatur und Longwood auf demselben Breitengrad und derselben Insel 538 m über dem Meere nur 16,4°, während es nach der Rechnung 18,7° Cels. aufweisen sollte. So verschieden und mannigfaltig sind also die Erscheinungen unter äufserlich anscheinend gleichen Bedingungen!

Die Zahlen, welche ich über die mittlere Jahrestemperatur zusammengestellt habe, stellen vermutlich fast sämtlich — zwar habe ich die Woeikoffschen nicht immer kontrollieren können — Resultate mehr oder minder langjähriger Beobachtungen dar. Aber nicht immer ist zu ersehen, ob das meteorologische Mittel richtig berechnet ist und inwieweit die Vergleichung der Zahlen auf exakter Basis steht.

Auch das mufs noch erwähnt werden, dafs kurzjährige Ermittlungen häufig durch langjährige Beobachtungen nicht unwesentliche Veränderungen erleiden, und es mufs daher davor gewarnt werden, in unseren Kolonieen aus wenigen Beobachtungen bereits feste, der Wirklichkeit entsprechende Resultate gewinnen zu wollen. Im übrigen bedürfte es wohl zu Tabelle I keiner weiteren Erörterungen.

Tabelle I.

Mittlere Jahrestemperatur,

zusammengestellt nach Woeikoff, Die Klimate der Erde, der Meteorologischen Zeitschrift und anderen verläfslichen Quellen.

Breitengrad		Höhe über dem Meere	Orte zwischen 35° und 0°	°Celsius
35°	N	[2]	Lanarka, Cypern	20,2
-	N	184	Fort Mohave, Arizona, Ver. St.	22,6
-	N	125	Biskra, Sahara	20,3
34½	S	22	Buenos Ayres	17,0

[1] Hann, Handbuch der Klimatologie. Stuttgart 1883. S. 121.

[2] Nicht sicher bekannt, jedenfalls sehr gering.

Breitengrad		Höhe über dem Meere	Orte zwischen 35° und 0°	° Celsius
34	S	12	Kapstadt	16,5
-	N	[1]	Beirut	18,8
-	S	47	Sidney	17,1
-	N	3506	Leh, westl. Tibet	4,4
33½	S	569	Santiago, Chile	13,1
-	N	63	Bagdad	22,8
33	N	6	Charlestown, Ver. St.	18,6
-	N	506	Rawalpindi, Punjab	20,7
-	S	780	Mendoza, Argentinien	15,9
-	S	122	San Jorge, Central-Uruguay	16,4
32½	N	[1]	Funchal, Madeira	18,7
32	N	770	Jerusalem	17,3
-	S	[1]	Pelotas, Südamerika	17,8
-	S	[1]	Rio Grande	20,3
31	N	7	Zikawey, Shanghai, China	15,1
-	N	19	Alexandria	20,6
-	N	128	Maltan, Punjab	24,4
30½	S	508	Narrabri, S. Wales, Australien	20,3
30	S	[1]	Serena, Nord-Chile	15,4
-	N	7	New-Orleans, Ver. St.	20,6
-	N	[1]	Suez	21,5
-	N	33	Kairo	21,6
-	N	1680	Quetta, Beludschistan	14,3
29	N	8	Buschir, Südpersien	22,8
-	S	540	Saladillo (Rioja) Argentinien	15,9
28½	N	56	Jacobadad, Sindh	**25,6**[2]
27½	S	[1]	Brisbane, Australien	20,0
27	N	169	Agra, Indien	**26,0**
-	S	ca. 20	Blumenau, Südbrasilien	21,4
26½	S	ca. 10	Joinville, Südbrasilien	20,6
26	S	100	Villa Formosa, Argentinien	22,3
-	N	98	Fort Brown, Texas, Ver. St.	22,9
25½	N	15	Kelung, Insel Formosa	21,4
-	N	94	Allahabad, Gangesthal	**25,4**
-	N	54	Patna, Bengalen	**25,4**
25	N	15	Karatschi, Indien	**25,2**
24½	N	142	Deesa, Indien (N. Guzerat)	**26,6**
24	N	613	Hasaribag, Indien	23,8
23½	S	729	São Paulo, Brasilien	17,8
23	N	19	Havannah	**25,3**
-	N	412	Djabalbur, Centralindien	24,0
-	S	[1]	Rio de Janeiro	23,6
22½	N	6	Alipur, Kalkutta	**25,4**
-	N	17	Honkong	21,5
21½	N	[1]	Djeddah, Arabien	**26,4**
21	N	[1]	Hanoi, Tonking	24,2
20	S	[1]	Insel Mauritius	**25,1**
19	N	2390	Stadt Mexiko	15,6
-	N	2169	Puebla, Mexiko	15,7
-	N	11	Bombay, Westküste Indiens	**26,5**
18½	N	536	Puna, Dekanplateau	**25,3**
-	S	[1]	Arica, Peru	19,7

[1] Nicht sicher bekannt, jedenfalls sehr gering.

[2] 25° und darüber sind durch fetten Druck bezeichnet.

Breitengrad		Höhe über dem Meere	Orte zwischen 35° und 0°	°Celsius
18	N	25	Porto Rico	26,3
-	N	290	Ross View, Jamaica	22.1
17½	S	2208	Cochabamba, Bolivien	17,6
-	S	[1]	Fidschi Insel, Suka und Levuka	25.9
17	S	10	Insel Sweers, Australien	26,1
16½	S	23	Fidschi Insel, Delanassau	26,2
16	S	12	Insel Helena, Jamestown	21,3
-	S	538	- - Longwood	16,4
-	N	[1]	S. Louis, Senegal	23,2
15½	N	9	Massaua	30,1* [2]
-	N	388	Chartum	28,5*
15	N	[1]	Bakel, Senegal	28,7*
-	N	443	Bellary, Dekanplateau	26,9
14½	N	1480	Guatemala	18,6
-	N	33	Manila	26,1
14	S	[1]	Apia auf Upolu, Samoa	25,7
13½	N	[1]	Bangkok, Siam	26,7
13	N	6	Madras, Indien	27,8*
-	N	45	Aden, Arabien	27,3*
-	N	908	Bangalore, Dekanplateau	22,7
11½	N	19	Port Blair, Andamanen	26,8
-	N	2014	Dodabetta Peak, Indien	11,5
11	N	15(?)	Saigon, Cochinchina	27,2*
10½	N	25	St. Anns, Trinidad	25,5
-	N	927	Caracas, Venezuela	21,8
9½	S	321	San Ana do Sobradinho, Brasilien	26,8
9	S	60	St. Paul Loanda, Westafrika	22,8
-	S	229	Colonia Isabel, Brasilien	23,7
8	S	161	Viktoria, Brasilien	25,1
-	S	3	Pernambuco	26,5
9½	N	3	Ceylon, Nordküste Jaffna	27,9*
8½	N	53	- Ostküste Triconomalee	26,9
7¾	N	8	- - Batticoloa	27,0*
8	N	3	- Westküste Puttalam	26,8
7	N	12	- - Colombo	27,1*
6	N	15	- Südküste Galle	26,4
8½	N	92	- - Anradhapura	26,7
7	N	517	- - Kandy	24,1
7	N	1902	- - Nuwara Eliya	14,3
7	N	678	- - Badulla	22,3
7	N	3	Georgetown, Guyana	26,4
6	S	580	San Salvador, Kongo	22,7
6	N	1509	Columbia, Südamerika	21.4
6	S	[1]	Zanzibar	26,7
6	S	7	Batavia, Java	25,8
6	N	[1]	Paramaribo, Guyana	27,1*
5½	S	[1]	Kaiser-Wilhelm-Land, Maclayküste	26,2
5	S	[1]	Cinchoxo, Loango	24,4
5	N	465	Lado und Gondokoro, Ostsudan	26,7
5	N	[1]	Grand Bassam, Elfenbeinküste	27,6*
4½	S	3	Kaiser-Wilhelm-Land, Hatzfeldhafen	26,0
-	S	[1]	Nordküste von Neu-Pommern	24,8
1	N	[1]	Singapore, Hinterindien	27,8*
½	S	4060	Antisana, Ecuador	4,9
½	N	1300	Rubaga, Ostafrika	21,4

[1] Nicht sicher bekannt, jedenfalls sehr gering.

[2] 27° und darüber sind durch fetten Druck und * bezeichnet.

Die zweite Tabelle enthält auf der linken Seite die mittleren Monatstemperaturen verschiedener Orte in den Tropen und Subtropen, die mittlere Jahrestemperatur, sowie die höchsten und niedrigsten bis jetzt beobachteten absoluten Extreme mit ihrer Amplitude-Angabe, ferner die Mittelzahlen der täglichen Monatsmaxima und Monatsminima, die Differenzen dieser Zahlen, das höchste Monatsmittel sowie das niedrigste mit der Differenz, letztere drei Angaben in Klammern. In einigen Fällen sind an Stelle der mittleren täglichen Monatsextreme die mittleren Jahresextreme in den einzelnen Monaten getreten, das heifst das Mittel der absolut höchsten resp. niedrigsten Temperaturen in den einzelnen Monaten, ermittelt aus der Reihe der Beobachtungsjahre (bezeichnet: mittlere Monatsextreme). Diese Angaben sind natürlich nicht mit den obengenannten vergleichbar.

Auf der rechten Seite der Tabelle II sind verzeichnet, aufser Angabe des Breitengrades und der Höhe über dem Meere, die Regen-, Feuchtigkeits- und Gewitterverhältnisse, auf welche ich weiter unten eingehen werde.

Die linke Seite dieser Tabelle bietet einen Einblick in die tropischen Temperaturverhältnisse in Rücksicht auf jene Gesichtspunkte, welche ich oben erörtert habe. Sie bestätigt die grofsen Mannigfaltigkeiten und Verschiedenheiten der Temperaturverhältnisse auf denselben Breitengraden und warnt demnach davor, aus der geographischen Lage voreilig klimatische Schlüsse zu ziehen.

In Bezug auf die Temperatur der Jahreszeiten in den Tropen und Subtropen ist man geneigt, anzunehmen, dafs je vertikaler die Strahlen der Sonne fallen, desto höher die Temperatur ansteigt. Die höchste Temperatur fällt indessen niemals mit dem Stande der Sonne im Zenith zusammen. In den Subtropen und den ihnen anliegenden Regionen des Tropengürtels verspätet sich die heifse wie kalte Jahreszeit im Mittel um einen Monat, so dafs dort, wie auf der ganzen nördlichen Halbkugel, der Juli der wärmste und der Januar der kälteste Monat ist. Auf der südlichen Halbkugel ist es umgekehrt. Näher am Äquator ist selbst im Laufe des ganzen Jahres die an einem Tage erhaltene Wärmemenge wenig verschieden. Hier haben übrigens auch die Zeiten der Niederschläge, welche bald in den astronomischen Sommer bald in den astronomischen Winter fallen, noch eine besondere Bedeutung für die Höhe der Temperaturen. Ich werde daher später hierauf noch einmal zu sprechen kommen. Es mögen zunächst die Zusammenstellungen folgen, die nach den astronomischen Zonenkreisen geordnet sind.

Tabelle II.

Absolute Lufttemperatur			Lufttemperatur ° Celsius												Mittlere Jahrestemperatur der Luft	Ort
Amplitude	Extreme Minim.	Extreme Maxim.	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember		
32,6	10,0	42,6	21,2	21,3	21,9	21,8	21,8	21,0	21,2	20,3	21,2	21,5	21,6	21,9	21,4	Rubaga, Ostafrika . . . . Beobachtung 3jährig. Meteorol. Zeitschrift 1884 S. 296.
12,5	21,7	34,2	27,2	28,1	29,1	28,6	28,0	28,0	27,5	26,9	28,6	28,1	27,4	26,3	27,8	Singapore, Hinterindien . . . . . . Beobachtung 10jährig (Temperatur 1878.) Meteorol. Zeitschrift 1881 S. 17.
			30,3	31,3	31,7	32,1	30,9	30,4	30,1	29,8	30,7	31,2	30,3	29,8	(32,1)	Mittlere tägliche Monatsextreme.
			23,9	23,9	23,8	24,5	24,6	24,2	27,7	23,7	23,8	23,5	23,5	23,0	(23,0)	
			6,4	7,4	7,9	7,6	6,3	6,2	2,4	6,1	6,9	7,7	6,8	6,8	(9,1)	Differenz derselben.
18,3	17,8	36,1	24,8	25,6	24,8	23,9	25,3	25,1	24,5	24,4	24,2	24,5	25,0	25,3	24,8	Neu Pommern, Nordküste . . . . (Bismarck-Archipel) Beobachtung 2jährig. Meteorol. Zeitschrift 1887 S. 181.
			34,8	34,3	33,6	34,1	35,1	33,0	33,0	32,9	33,2	33,7	35,2	34,4	(35,2)	Mittlere Monatsextreme.
			20,4	20,1	20,7	20,0	20,4	20,0	19,6	18,8	19,5	19,4	20,1	19,5	(18,8)	
			14,4	14,2	12,9	14,1	15,1	13,0	13,4	14,1	13,7	14,3	15,1	14,9	(16,4)	Differenz derselben.
																Kaiser-Wilhelm-Land.
16,0	19,3	35,3	26,4	26,7	26,3	26,1	25,8	25,2	25,4	26,2	25,9	26,0	25,9	26,2	26,0	1. Hatzfeldhafen . . . . Beobachtung 1886/87. Meteorol. Zeitschrift 1889 S. 37.
			29,7	29,3	29,4	29,4	30,5	31,5	32,1	32,9	32,1	32,0	32,0	29,1	(32,9)	Mittlere tägliche Monatsextreme.
			23,7	24,1	24,0	23,5	22,3	20,8	21,3	20,5	22,1	21,5	22,0	23,8	(20,5)	
			6,0	5,2	5,4	5,9	8,2	8,7	9,8	12,4	10,0	10,5	10,0	5,8	(12,4)	Differenz derselben.
?	?	?	26,5	26,6	25,9	26,7	26,1	25,9	25,8	25,3	26,0	26,5	26,5	26,5	26,2	2. Pointe de l'Ermitage . . . . . (an der Maclay-Küste). Beobachtung 1871/72. Meteorol. Zeitschrift 1889 S. 115.
			31,0	31,5	31,0	31,2	31,8	31,4	31,5	31,0	30,5	31,0	31,0	31,2	(31,8)	Mittlere tägliche Monatsextreme (?) .
			22,0	22,5	22,0	22,5	21,5	22,0	21,3	21,2	21,5	22,0	22,0	21,5	(21,2)	
			9,0	9,0	9,0	8,7	10,3	9,4	10,2	9,8	9,0	9,0	9,0	9,7	(10,6)	Differenz derselben.
			29,0	29,0	28,6	28,9	28,9	28,5	28,0	28,0	28,6	28,7	29,3	28,6	(28,7)	Bodentemperatur 1 m tief.
22,0	15,0	37,0	27,8	27,6	28,8	29,1	28,9	27,0	26,1	26,0	26,0	27,3	28,1	28,6	27,6	Grand Bassam . . . . (Elfenbeinküste.) Beobachtung 4jährig. Meteorol. Zeitschrift 1881 S. 389 ff.
			36,0	37,0	37,0	35,0	36,0	30,0	30,0	32,0	31,0	33,0	35,0	36,0	(37,0)	Monatsextreme.
			23,0	22,0	23,0	24,0	22,0	23,0	23,0	22,0	15,0	21,0	24,0	24,0	(15,0)	
			13,0	15,0	14,0	11,0	14,0	7,0	7,0	10,0	16,0	12,0	11,0	12,0	(22,0)	Differenz derselben.
14,3	19,9	34,2	26,8	26,3	26,6	27,1	27,5	27,9	28,1	28,4	28,6	28,4	28,1	26,8	27,1	Paramaribo, Guyana . . . . . . Beobachtung 6jährig. Meteorol. Zeitschrift 1883 S. 101.
			29,3	29,5	29,8	30,5	30,9	31,8	32,3	32,6	32,8	32,6	32,0	30,1	(32,8)	Mittlere tägliche Monatsextreme.
			23,4	23,2	23,5	23,8	24,2	24,0	24,0	24,2	24,4	24,2	24,2	23,6	(23,2)	
			5,9	6,3	6,3	6,7	6,7	7,8	8,3	8,4	8,4	8,4	7,8	6,5	(9,6)	Differenz derselben.
18,8	14,9	33,7	25,1	25,2	25,8	26,2	26,3	26,0	25,6	25,9	26,2	26,2	26,1	25,4	25,8	Batavia, Java . . . . Beobachtung 10jährig. Meteorol. Zeitschrift 1880 S. 141—146.
			30,3	30,1	31,2	31,4	31,6	31,3	31,0	31,9	32,3	32,1	32,1	31,3	(32,3)	Mittlere tägliche Monatsextreme.
			21,7	22,1	22,2	22,4	22,2	21,8	21,2	20,9	21,5	21,8	22,2	21,8	(20,9)	
			8,6	8,0	9,0	9,0	9,4	9,5	9,8	11,0	10,8	10,3	9,9	9,5	(11,4)	Differenz derselben.
12,2	20,4	32,6	27,9	28,1	27,9	27,1	26,4	25,8	25,2	25,3	25,7	26,3	27,1	27,5	26,7	Zanzibar . . . . Beobachtung 5jährig. Meteorol. Zeitschrift 1881 S. 16.
			30,8	31,3	31,7	30,6	30,2	29,0	28,3	28,7	29,3	30,3	30,5	30,7	(31,7)	Mittlere tägliche Monatsextreme.
			24,7	24,1	24,0	23,2	22,5	22,3	22,0	22,2	22,4	22,9	23,5	24,0	(22,0)	
			6,1	7,2	7,7	7,4	7,7	6,7	6,3	6,5	6,9	7,4	7,0	6,7	(9,7)	Differenz derselben.
?	?	?	21,6	22,0	21,6	21,5	21,6	21,5	21,4	21,5	21,4	20,8	20,6	21,0	21,4	Columbia, Südamerika . . . . . . Beobachtung 3—4jährig. Meteorol. Zeitschrift 1886 S. 419.
24,8	12,0	36,8	23,8	24,4	24,4	24,0	23,3	21,3	19,9	20,4	21,6	23,0	23,1	23,3	22,7	San Salvador, Kongo . . . . . . (270 m vom Meere) Beobachtung 3½jährig. Meteorol. Zeitschrift 1888 S. 395.
			30,1	31,0	31,2	30,3	29,7	28,0	27,3	27,8	28,3	29,2	29,1	28,9	(31,2)	Mittlere tägliche Monatsextreme.
			19,0	19,6	19,6	19,7	19,3	16,8	14,5	15,3	16,7	18,5	19,0	19,2	(14,5)	
			11,1	11,4	11,6	10,6	10,4	11,2	12,8	12,5	11,6	10,7	10,1	9,7	(16,7)	Differenz derselben.

Tabelle II.

Lage		Regenmenge			Regentage im Jahresmittel	Regenmenge. Regentage. Relative Feuchtigkeit. Gewittertage.												Relative Feuchtigkeit im Mittel des Jahres	Gewittertage im Mittel pro Jahr
Breitengrad	Höhe über dem Meere m	absolut. Maxim. mm	Minim. mm	Jahresmittel mm		Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember		
0° 20′ N	1300	?	?	?		142	91	125	200	79	47	78	142	88	?	?	?		
1° N	am Meere	8130	1483	2328,4		177,8	152,9	163,9	170,7	157,8	189,5	152,4	241,8	184,7	194,8	276,1	266,0		
4° 20′ S	am Meere	?	?	?	180 1/2	22	22 1/2	19	16 1/2	12 1/2	12 1/2	15 1/2	14	15	10	13	19		
4° 30′ S	3,2	2483	1942	2203	160	175 15 83 9	378 19 88 5	70 13 85 11	285 19 86 10	225 14 86 10	82 9 84 6	177 14 86 6	18 6 79 7	145 9 86 4	149 12 ? 7	210 12 88 10	294 18 83 12	85	97
5° 30′ S																			
5° N	am Meere	?	?	6273(?)	115,1	3,2 1	3,0 1	8,2 5	14,3 11	20,5 5	18,3 1	7,8 —	6,0 —	4,0 —	11,8 2	14,7 15	6,3 6		47 (1 Jahr)
5° 44′ N	am Meere	?	?	2275		147	120	227	246	284	332	204	193	73	83	104	257		
6° S	7	2634	1451	2066	152,1	431 23,3 88 9,7	369 20,8 88 8,1	187 15,5 86 8,4	106 12,0 85 8,5	91 9,3 84 6,9	100 7,8 84 4,6	64 7,7 82 4,9	61 6,0 79 4,3	80 7,8 79 5,9	144 10,7 81 8,5	128 12,0 83 12,5	305 18,9 86 12,4	83,3	94,6
6° S	am Meere	?	?	1549	120,2	59 7 79 4,3	76 7,8 78 6,7	150 12,0 80 13,7	377 16,8 83 5,5	176 12,0 82 0,8	53 5,8 80 —	59 6,4 81 —	63 8,2 82 —	47 8,6 81 0,2	95 8,6 79 1,5	188 14,2 78 5,2	205 12,8 80 9,5	80	47,4
6° 10′ N	1509	?	?	1596	207,1	55 11,7 69 0,8	64 9,6 70 1,8	134 18,0 72 4,7	176 18,8 74 3,2	197 21,0 75 2,5	168 19,6 73 2,5	105 15,0 69 1,5	130 18,8 69 4,7	163 19,0 73 3,3	187 22,0 77 3,7	149 20,6 77 2,8	68 13,0 72 —	73	31,5
6° 17′ S	580	?	?	988	111	59 11,0 74 9	118 11,7 74 11	132 10,7 74 8	271 17,3 74 13	87 9,3 77 12	8 5,0 76 —	0 1,5 73 —	0 3,5 70 1	0 3,0 71 2	40 9,5 74 4	194 16,5 79 14	77 14,0 79 12	75	86

Absolute Lufttemperatur: Amplitude	Absolute Lufttemperatur: Extreme: Minim.	Absolute Lufttemperatur: Extreme: Maxim.	Lufttemperatur °Celsius: Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Mittlere Jahrestemperatur der Luft	Ort
12,0	20,8	32,8	25,8	25,8	26,1	26,4	26,3	26,1	26,1	26,5	27,2	27,3	26,9	26,1	26,4	**Georgetown, Guyana** . . . . . . Beobachtung 11jährig. Meteorol. Zeitschrift 1883 S. 102.
			29,5	29,2	29,4	29,9	30,7	30,2	30,4	31,5	31,4	31,7	31,5	30,3	(31,7)	Mittlere tägliche Monatsextreme.
			21,8	21,4	21,9	22,1	22,1	21,7	21,4	21,6	22,1	22,0	21,9	21,5	(21,4)	
			7,7	7,8	7,5	7,8	8,6	8,5	9,0	9,9	9,3	9,7	9,6	8,8	(10,3)	Differenz derselben.
																Ceylon. Meteorol. Zeitschrift 1886 S. 271 ff.
?	?	?	25,3	26,1	27,1	27,6	27,4	26,7	26,3	26,4	26,4	26,2	25,9	25,5	26,4	Südküste, Galle . . . . Beobachtung 15jährig.
?	?	?	25,1	25,8	27,4	28,3	28,2	27,4	27,2	27,1	27,2	26,9	26,0	25,2	26,8	Westküste, Puttalam . . . . Beobachtung 14jährig.
?	?	?	26,1	26,7	27,8	28,3	28,1	27,3	27,0	26,9	27,1	26,8	26,5	26,2	27,1	Westküste, Colombo . . . . Beobachtnng 15jährig.
?	?	?	24,9	25,7	26,8	28,1	28,6	28,4	28,3	27,9	27,7	27,0	25,7	24,8	27,0	Ostküste, Batticaloa . . . . Beobachtung 14jährig.
?	?	?	25,1	25,7	27,0	28,1	28,4	28,3	28,0	27,6	27,6	26,6	25,6	25,0	26,9	Ostküste, Triconomalee . . . . Beobachtung 14jährig.
?	?	?	25,3	26,2	28,1	29,5	29,3	28,7	28,1	27,9	27,8	27,4	26,1	25,2	27,4	Nordküste, Jaffna . . . . Beobachtnng 14jährig.
?	?	?	20,3	20,9	22,5	23,2	23,2	23,3	23,0	22,9	22,8	22,3	21,6	21,1	22,3	Inneres, Badulla . . . . Beobachtung 7–10jährig.
?	?	?	13,7	14,0	14,9	15,3	15,7	14,3	13,7	13,8	14,1	14,2	14,2	13,9	14,3	Inneres, Nuwara Eliya . . . . Beobachtung 15jährig.
?	?	?	22,8	23,8	25,3	25,6	25,5	24,2	23,9	23,9	23,8	23,8	23,5	23,1	24,1	Inneres, Kandy . . . . Beobachtung 15jährig.
?	?	?	24,3	25,3	27,0	27,8	27,8	27,7	27,9	27,9	27,8	26,7	25,4	24,6	26,7	Inneres, Anradhapura . . . . Beobachtung 14jährig.
21,0	16,3	37,3	27,9	28,0	27,5	26,3	25,4	24,5	23,5	24,2	25,3	26,8	27,4	27,8	26,2	**Pernambnco, Brasilien** . . . . . Beobachtung 8jährig. Meteorol. Zeitschrift 1887 S. 78 u. 132, 1886 S. 388 u. 391.
			31,7	32,1	31,3	29,9	28,6	26,8	27,1	27,3	28,6	30,4	31,2	31,5	(32,1)	Mittlere Monatsextreme.
			25,3	23,9	23,6	22,7	22,2	21,5	22,3	22,1	22,2	23,2	23,8	24,1	(20,5)	
			6,4	8,2	7,4	7,2	6,4	5,3	4,8	5,2	6,4	7,2	7,4	7,7	11,6	Differenz derselben.
27,4	11,6	39,0	26,5	26,7	26,1	25,8	24,9	23,9	23,0	23,2	23,6	24,8	26,0	26,3	25,1	**Victoria, Brasilien** . . . . (56 km vom Meere.) Beobachtung 7jährig. Meteorol. Zeitschrift 1887 S. 77 n. 132, 1886 S. 888 u. 391.
			32,7	32,8	32,0	31,0	29,8	28,1	27,2	27,6	28,7	31,2	32,8	33,0	(33,0)	Mittlere Monatsextreme.
			20,2	20,6	20,7	20,8	19,9	19,7	18,8	18,8	18,4	18,4	19,3	19,6	(18,4)	
			12,5	12,2	11,3	10,2	9,9	8,4	8,4	8,8	10,3	12,8	13,5	13,4	(14,6)	Differenz derselben.
33,9	11,6	35,5	25,0	24,4	25,2	24,5	23,4	22,8	21,4	21,3	22,2	23,6	24,8	25,1	23,7	**Colonia Isabel, Brasilien** . . . . (75 km vom Meere) Beobachtung 6½jährig. Meteorol. Zeitschrift wie Victoria.
			29,5	30,3	30,0	28,2	26,8	25,7	24,7	24,8	26,2	28,2	30,0	30,2	(30,3)	Mittlere Monatsextreme.
			20,3	20,4	20,4	19,8	19,9	18,8	18,1	17,8	18,2	19,0	19,6	19,9	(17,8)	
			9,6	9,9	9,6	8,4	6,9	6,9	6,6	7,0	8,0	9,2	10,4	10,3	(12,5)	Differenz derselben.
18,2	13,5	31,7	24,4	25,2	24,9	24,9	23,2	20,4	19,2	19,0	20,5	22,5	24,8	24,9	22,8	**S. Paul Loanda, Westafrika** . . . Beobachtnng 3jährig. Meteorol. Zeitschrift 1883 S. 891.
			29,5	30,0	30,7	30,4	28,2	25,8	23,6	24,7	25,2	27,9	30,1	29,4	(30,7)	Mittlere Monatsextreme.
			19,0	20,5	19,5	19,5	17,7	14,1	14,4	14,0	15,5	17,9	20,1	19,9	(14,0)	
			10,5	9,5	11,2	10,9	10,5	11,7	9,2	10,7	9,7	10,0	10,0	9,5	(16,7)	Differenz deiselben.
?	?	?	28,6	27,7	27,1	26,7	26,5	25,2	24,3	25,1	26,1	27,4	28,5	28,9	26,8	**San Aña do Sobradinho** . . . . (Provinz Bahia, Brasilien) (Ca. 800 km vom Meere) Beobachtung 3jährig. Meteorol. Zeitschrift 1888 S. 34, 1889 S. 28.
			32,7	31,3	31,0	30,3	30,5	29,0	28,4	29,8	30,6	31,7	33,2	33,9	(33,9)	Mittlere tägliche Monatsextreme.
			24,5	23,7	23,9	23,2	22,5	21,3	20,5	20,6	21,5	23,0	24,2	24,8	(20,5)	
			8,2	7,6	7,1	7,1	8,0	8,3	7,9	9,2	9,1	8,7	9,0	9,1	(13,4)	Differenz derselben.
14,0	17,9	31,9	24,5	24,4	24,8	25,6	26,3	25,9	25,7	25,8	26,1	26,1	25,7	24,9	25,5	**St. Anns, Trinidad** . . . . Beobachtung 18jährig. Meteorol. Zeitschrift 1883 S. 102.
(Mittel aus 18 Jahren)			29,6	30,1	30,5	31,3	31,8	31,0	30,6	30,8	31,2	31,2	30,8	29,9	(31,8)	Mittlere Monatsextreme.
			18,7	18,4	18,8	19,6	20,6	21,1	21,2	21,3	21,1	20,9	20,7	19,4	(18,4)	
			10,9	11,7	11,7	11,7	11,2	9,9	9,4	9,5	10,1	10,3	10,1	10,5	(13,4)	Differenz derselben.

Lage		Regenmenge			Regentage im Jahresmittel	Regenmenge. Regentage. Relative Feuchtigkeit. Gewittertage.												Relative Feuchtigkeit im Mittel des Jahres	Gewittertage im Mittel pro Jahr
Breitengrad	Höhe über dem Meere m	absolut. Maxim. mm	absolut. Minim. mm	Jahresmittel mm		Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember		
6° 50' N	3	?	?	2415	176,8	174 15,3 77	148 14,5 75	185 12,5 75	186 14,7 76	357 20,5 81	353 22,2 81	274 20,5 78	189 13,5 76	66 6,6 72	63 6,5 72	142 11,9 75	273 18,1 79	76	
6° 1' – 9° 40' N																			
6° 1' N	14,6	?	?	2273		109 89	89 87	124 86	232 86	284 88	200 91	137 90	142 91	191 91	313 91	291 91	161 90	89	
8° 2' N	3,4	?	?	1128		49	44	18	156	112	36	11	32	28	174	294	174		
6° 56' N	12,2	?	?	2219		81 78	47 77	142 77	233 80	328 81	191 83	137 82	120 83	121 81	316 82	334 82	169 80	80	
7° 43' N	7,9	?	?	1332		206 88	91 85	85 85	42 84	41 82	32 79	17 79	72 82	52 83	146 87	331 89	217 92	85	
8° 33' N	58,3	?	?	1584		154	62	35	43	55	51	56	107	118	226	338	339		
9° 40' N	2,7	?	?	1215		51 81	34 77	34 79	58 82	53 85	11 86	14 85	31 86	65 87	227 86	375 88	262 87	84	
6° 59' N	678,1	?	?	1979		267 85	107 82	90 81	254 80	126 81	67 77	28 77	119 77	64 76	208 82	361 83	288 83	80	
6° 59' N	1901,9	?	?	2418		141 87	64 80	79 81	148 84	210 88	357 94	357 91	240 91	101 92	268 91	241 90	212 89	88	
7° 18' N	516,6	?	?	2063		128 78	72 72	74 71	185 77	168 78	216 82	187 82	150 82	141 82	224 83	299 82	219 82	79	
8° 22' N	92	?	?	1454		179 85	37 80	79 78	180 81	92 83	32 81	22 77	64 77	71 78	165 84	316 88	217 87	82	
8° 4' S	3	?	?	2971,7	194,5	109,8 12,9 70	151,9 11,3 72	150,3 17,6 75	277,3 18,7 76	378,0 20,0 79	586,4 27,1 80	718,1 22,6 80	320,1 24,0 78	173,1 17,9 74	26,0 7,4 69	28,9 7,4 60	81,8 7,6 68	74	
8° 9' S	161	?	?	1050,5	169,1	84,5 11,0 62	56,2 9,7 62	101,1 14,4 67	156,2 16,7 73	125,8 17,0 74	142,8 20,1 78	170,2 22,3 78	103,8 21,1 75	48,8 14,0 69	10,4 8,1 60	21,9 7,1 56	28,8 7,6 56	68	
8° 45' S	229	?	?	1037,0	162,9	36,1 8,4 68	46,6 16,4 69	77,7 14,0 74	144,7 16,8 76	193,0 18,3 79	144,8 19,3 81	154,7 23,0 81	124,9 21,8 79	49,9 15,0 75	19,2 7,6 68	19,5 5,7 64	25,9 6,6 65	73	
8° 49' S	50,3	572	133	318		62 81	29 81	34 82	85 85	7 85	0 81	0 82	0 85	2 84	4 81	64 81	31 85	83	
9° 26' S	321	527	185	373	27,7	78 3,7 67	40 6 73	148 7 77	11 1,8 77	5 1 84	7 1,7 77	1 0,5 78	0 0 70	12 0,2 64	38 2,5 64	11 1,5 66	22 2,3 67	72	
10° 30' N	25,5	?	?	1692		76 78	48 72	48 72	47 69,5	82 71,5	197 78,5	237 81,5	287 83	217 82	176 80,5	165 81,5	112 80,5	77,5	

Absolute Lufttemperatur			Lufttemperatur ° Celsius												Mittlere Jahres-temperatur der Luft	Ort
Amplitude	Extreme															
	Minim.	Maxim.	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember		
18,0	18,0	36,0	25,3	26,7	28,5	28,7	29,4	27,5	27,5	27,2	27.0	27,0	26,2	25,4	27,2	Saigon, Cochinchina . . . . Beobachtung 6jährig. Meteorol. Zeitschrift 1884 S. 188.
			29,0	30,5	32,4	32,1	33,3	29,8	29,8	29,3	28,9	29,1	28,7	28,5	(33,3)	Mittlere tägliche Monatsextreme.
			21,6	23,0	24,6	25,4	25,7	25,2	25,3	25,2	25,0	24,9	23,8	22,3	(21,6)	
			7,4	7,5	7,8	6,7	7,6	4,6	4,5	4,1	3,9	5,2	4,9	6,2	(11,7)	Differenz derselben.
16,9	3,4	20,3	10,0	11,1	12,8	18,4	14,1	11,2	19,9	11,3	10,8	11,3	10,6	10,2	11,5	Dodabetta Peak, Indien . . . . Beobachtung 3jährig. Meteorol. Zeitschrift 1883 S. 176.
			13,7	15,2	17,4	17,0	17,3	13,4	13,1	13,7	13,1	13,9	13,8	13,5	(17,8)	Mittlere tägliche Monatsextreme.
			6,4	7,0	8,0	9,8	10,9	8,9	8,8	8,9	8,5	8,8	7,8	6,9	(6,4)	
			7,3	8,2	9,4	7,2	6,4	4,5	4,3	4,8	4,6	5,1	6,3	6.6	(10,9)	Differenz derselben.
19,8	15,6	35,4	24,5	26,2	28,1	28,6	27,9	27,9	27,4	27,4	26,8	26,7	24,9	23,8	26,7	Bangkok, Siam . . . . Beobachtung 10jährig. Meteorol. Zeitschrift 1880 S. 183—185.
			29,6	30,8	32,5	33,1	32,1	31,6	31,2	31,4	30,6	30,2	28,6	28,6	(33,1)	Mittlere Monatsextreme.
			20,4	22,4	24,6	25,3	25,2	25,4	25,1	24,9	24,6	24,3	21,8	20,1	(20,1)	
			9,2	8,4	7,9	7,8	6,9	6,2	6,1	6,5	6,0	5,9	6,8	8,5	(13,0)	Differenz derselben.
16,1	15,0	31,1	26,1	25,2	25,7	25,9	25,4	25,0	24,1	25,3	26,0	25,8	26.6	26,7	25,7	Apia auf Upolu, Samoa . . . . . Beobachtung 3jährig. Meteorol. Zeitschrift 1880 S. 186.
			29,4	24,9	30,0	31,1	29,4	28,3	27,8	28,9	30,0	30,0	28,9	30,0	(31,1)	Mittlere Monatsextreme. (?).
			?	21,7	21,1	20,5	18,3	18,3	16,1	15,0	18,9	16,1	23,3	21,7	(15,0)	
			?	3,2	8,9	5,6	11,1	10,0	11,7	13,9	11,1	13,9	5,6	8,3	(16,1)	Differenz derselben.
?	?	?	24,6	25,1	26,3	27,9	28,2	27,1	26,1	26,0	25,8	25,7	25,4	24,4	26,1	Manila, Philippinen . . . . Beobachtung 8jährig. Meteorol. Zeitschrift 1880 S. 229.
			29,4	29,5	30,9	32,9	33,0	31,5	30,5	30,5	30,4	30,3	30,0	29,3	(33,0)	Mittlere Monatsextreme
			19,7	20,7	21,8	22,9	23,5	22,7	21,7	21,5	21,2	21,2	20,8	19,5	(19,5)	
			9,7	8,8	9,1	10,0	9,5	8,8	8,8	9,0	9,2	9,1	9,2	9,8	(13,5)	Differenz derselben.
23,8	19,0	42,8	25,4	25,5	26,9	28,9	30,9	33,3	34,4	34,6	33,0	31,9	29,3	27,4	30,1	Massaua, Afrika . . . . Beobachtung 3jährig. Meteorol. Zeitschrift 1880 S. 157.
																St. Helena.
16,7	14,4	31,1	23,0	23,9	23,9	23,4	21,9	20,2	18,8	18,7	19,1	19,9	20,8	21,6	21,3	1. Jamestown . . . . Beobachtung 5jährig. Meteorol. Zeitschrift 1880 S. 403.
			28,1	29,8	29,3	27,9	27,2	24,8	22,7	22,6	22,6	23,9	24,9	26,6	(29,8)	Mittlere Monatsextreme.
			18,9	19,2	19,2	19,1	17,8	16,7	15,3	15,1	15,4	16,7	17,2	16,9	(15,1)	
			9,2	10,6	10,1	8,8	9,3	8,1	7,4	7,5	7,2	7,2	7.2	9,7	(14,7)	Differenz derselben.
14,2	11,1	25,3	17,8	18,9	19,2	18,8	17,8	15,7	14,6	14,1	14,1	14,6	15,5	16.5	16,4	2. Longwood . . . . Beobachtung 8jährig. Meteorol. Zeitschrift 1880 S. 403.
			22,0	22,8	23,0	22,2	21,1	19,4	17,7	17,1	18,2	18,8	20,0	21,4	(23,0)	Mittlere Monatsextreme.
			15,2	16,2	16,7	16,5	14,5	13,1	11,9	11,7	11,8	12,2	13,1	13,9	(11,7)	
			6,8	6,6	6,3	5,7	6,6	6,3	5,9	5,4	6,4	6,4	6,9	7,5	(11,3)	Differenz derselben.
																Fidschi-Inseln.
20,9	15,0	35,9	26,9	26,9	26,8	26,6	26,2	25,5	25,0	25,1	25,4	26,2	26,6	27,3	26,2	1. Delanasau, Vanua . . . . . . Beobachtung 2jährig. Meteorol. Zeitschrift 1882 S. 364.
			34,4	33,7	34,5	33,3	32,6	32,3	32,1	32,0	32,9	34,2	33,6	34,6	(34,6)	Mittlere Monatsextreme.
			21,2	21,7	21,4	20,8	18,7	17,1	15,6	16,3	16,2	17,8	19,5	20,6	(15,6)	
			13,2	12,0	13,1	13,0	13,9	15,2	16,5	15,7	16,7	16,4	14,1	14,0	(19,0)	Differenz derselben.
																2. Qara Valu . . . . Beobachtung 2jährig.
																3. Vuna . . . .
18,8	15,6	34,4	27,7	27,6	27,5	26,7	26,0	24,9	24,0	23,5	24,2	25,1	26,3	26,9	25,9	4. Levuka und Suka . . . . . . Beobachtung 10jährig. Meteorol. Zeitschrift 1888 S. 445.
			31,4	31,4	31,2	30,6	30,2	29,1	28,9	28,2	28,3	28,9	30,0	30,7	(31,4)	Mittlere Monatsextreme.
			23,1	22,9	23,3	21,9	20,9	19,8	19,3	18,8	18,9	19.7	21,1	22,4	(18,8)	
			8,3	8,5	7,9	8,7	9,3	9,3	9,6	9,4	9,4	9,2	8,9	8,3	(12,6)	Differenz derselben.
19,7	12,5	32,2	20,2	20,4	20,9	21,9	22,6	23,8	23,9	23,4	23,2	22.3	21,7	20,5	22,1	Jamaika (Ross View) . . . . . . Beobachtung 5jährig, Regen 1872/73. Meteorol. Zeitschrift 1881 S. 201, 1884 S. 36.

Lage		Regenmenge			Regentage im Jahresmittel	Regenmenge. Regentage. Relative Feuchtigkeit. Gewittertage.												Relative Feuchtigkeit im Mittel des Jahres	Gewittertage im Mittel pro Jahr
Breitengrad	Höhe über dem Meere m	absolut. Maxim. mm	absolut. Minim. mm	Jahresmittel mm		Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember		
10° 47′ N	15 (?)	?	?	1641		7 77	3 68	8 69	58 79	131 81	202 87	197 85	225 85	348 87	235 87	145 80	82 84	81	
11° 32′ N	2014	?	?	2014	198,9	44 7,0	22 2,7	29 3,0	147 16,7	160 15,0	176 26,3	297 27,3	317 26,7	303 25,9	228 22,3	212 17,0	79 9,0		
13° 38′ N	am Meere	?	?	1487	136	3 1,1 75 0,1	15 3,6 78 1,5	27 4,1 74 4,3	83 7,9 75 7,9	238 17,4 78 14,0	198 18,5 78 8,9	191 18,9 78 9,0	166 18,2 79 8,6	208 20,9 82 10,6	189 15,7 82 7,6	67 7,0 77 3,3	2 2,7 74 0,6	77,5	76,6
14° S	am Meere																		
14° 35′ N	33	?	?	1092	112,6	26 6,4 73	21 3,2 70	9 1,2 66	31 3,6 69	54 6,0 72	239 14,0 74	276 15,6 81	479 18,8 82	231 15,4 80	193 14,6 81	113 10,4 79	20 3,4 74	75	
15° 36′ N	9,4	?	?	101	29,4	6 5,5 85	17 6,0 84	20 7,0 80	1 2,5 79	13 2,0 63	0 0 52	0 0,3 59	0 0,3 49	9 1,3 52	0 0 69	11 2,0 68	33 2,5 73	68	
15° 56′ N	12	225	103	135		8 66	12 72,5	28 69,5	8 68,5	13 73	16 77,5	40 88	12 85	4 75,5	2 74	0 73	2 65,5	74	
	538	?	?	1055		73 85	119 87	147 89	73 88	125 87	116 86	94 86	102 89	73 89	56 89	32 88	45 86	87	
16°—18° S																			
16° 38′ S	23	4050	1450	2718	155	617 22 81 10,8	417 19 83 10	501 20 82 11,4	230 17 85 8,2	121 10 86 5,4	60 6 83 1,8	52 6 82 2	97 8 76 1,2	84 9 70 1,6	164 11 78 5,2	162 11 80 9	213 16 80 8,2	80	74,8
	172	?	?	6281		571	450	932	794	276	612	324	835	372	490	181	444		
	9	?	?	3370		227	312	250	357	178	338	207	403	192	348	247	311		
17½° u. 18° S	am Meere	3452	1664	2626	208,3	298 20,5	286 20,5	354 22,5	296 19,8	157 16,5	130 15,3	112 15,5	173 15,6	133 14,6	180 13,0	257 16,5	253 18,0		
18° N	290	2270	1150	1379	161,4	134 12 0,8	38 9,4 0,6	90 12,8 0,4	37 9,4 0,4	81 14,2 5,6	49 8,2 6,2	60 12,6 8,4	200 17,8 10,0	310 17,2 11,8	222 21,6 4,6	79 13,8 1,8	79 12,4 8,2		53,8

Absolute Lufttemperatur			Lufttemperatur °Celsius												Mittlere Jahrestemperatur der Luft	Ort
Amplitude	Extreme Minim.	Extreme Maxim.	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember		
30,4	7,0	37,4	24,9	24,0	24,9	25,4	27,0	27,5	27,6	27,9	27,7	27,4	26,4	25,1	26,3	Porto Rico Beobachtung 6jährig. Meteorol. Zeitschrift 1886 S. 84.
			30,9	30,7	32,4	33,7	33,7	34,8	34,8	35,0	34,3	34,3	33,3	31,3	(35,0)	Mittlere tägliche Monatsextreme.
			19,0	18,5	19,3	19,8	21,5	22,1	21,9	22,2	21,7	22,1	21,1	19,6	(18,5)	
			11,9	12,2	13,1	13,9	12,2	12,7	12,9	12,8	12,6	12,2	12,2	11,7	(16,5)	Differenz derselben.
33,3	−1,7	31,6	12,1	13,7	16,1	18,4	18,2	17,7	16,9	16,8	16,1	15,1	13,2	12,2	15,6	Mexiko Beobachtung 8jährig. Meteorol. Zeitschrift 1886 S. 312.
			22,7	24,1	27,4	29,1	29,2	27,7	26,3	26,0	25,3	23,9	23,2	21,8	(29,2)	Mittlere Monatsextreme.
			0,4	2,8	5,7	6,9	8,8	9,8	9,8	9,7	8,0	6,4	3,6	1,8	(0,4)	
			22,3	21,3	21,7	22,2	20,4	17,9	16,5	16,3	17,3	17,5	19,6	20,0	(28,8)	Differenz derselben.
32,5	−2,2	30,3	11,9	13,2	16,2	18,0	18,2	17,8	17,2	17,2	16,7	15,9	14,1	12,3	15,7	Puebla, Mexiko Beobachtung 11- und 8jährig. Meteorol. Zeitschrift 1889 S. 476, 1886 S. 313.
			21,9	23,2	25,7	27,1	27,8	26,1	24,6	24,6	23,7	23,5	22,7	21,8	(27,8)	Mittlere Monatsextreme.
			0,7	2,1	3,9	6,1	7,3	9,2	8,1	9,4	8,5	5,9	2,8	1,4	(0,7)	
			21,2	21,1	21,8	21,0	20,5	16,9	16,5	15,2	15,2	17,6	19,9	20,4	(27,1)	Differenz derselben.
26,9	12,2	39,1	22,2	22,4	23,6	25,3	26,7	27,8	27,8	28,0	27,2	26,0	23,9	22,8	25,3	Havannah Beobachtung 6- und 9jährig. Meteorol. Zeitschrift 1882 S. 485.
			29,1	30,4	33,4	34,7	36,1	37,3	37,4	35,0	34,3	32,4	30,7	29,5	(37,4)	Mittlere Monatsextreme.
			15,0	14,0	15,8	18,3	21,2	23,2	23,4	23,4	23,2	21,1	17,0	15,6	(14,0)	
			14,1	16,4	17,6	16,4	14,9	14,1	14,0	11,6	11,1	11,3	13,7	13,9	(23,4)	Differenz derselben.
34,0	−0,9	33,1	21,6	21,3	20,4	18,2	15,5	14,0	13,7	14,5	16,5	18,2	19,7	20,6	17,8	São Paulo, Brasilien Beobachtung 5jährig. Meteorol. Zeitschrift 1886 S. 312.
			31,8	31,8	31,6	30,2	28,0	26,4	27,9	29,6	30,6	32,6	32,4	31,8	(32,6)	Mittlere Monatsextreme.
			11,4	13,9	10,8	8,3	2,7	1,7	2,1	6,7	4,1	5,3	8,2	8,7	(0,7)	
			20,4	17,9	20,8	21,9	25,3	24,7	25,8	28,9	26,5	27,3	24,2	23,1	(31,9)	Differenz derselben.
46,6	2,2	48,8	15,8	18,9	25,3	30,7	33,4	33,1	29,5	28,7	28,4	25,4	20,2	15,8	25,4	Allahabad, Gangesthal Beobachtung ca. 10jährig u. 32jährig. Meteorol. Zeitschrift 1882 S. 320.
			23,3	27,3	33,9	39,3	41,5	39,8	33,7	32,3	32,6	31,9	28,6	24,2	(41,5)	Mittlere tägliche Monatsextreme.
			9,1	11,3	16,3	21,3	25,4	28,1	26,4	25,9	25,1	19,6	12,7	9,1	(9,1)	
			14,2	16,0	17,6	18,1	16,1	11,7	7,3	6,4	7,5	12,3	15,9	15,1	(32,4)	Differenz derselben.
41,5	−1,5	40,0	26,0	26,2	24,8	22,5	19,8	16,7	16,7	17,8	19,1	20,5	23,0	24,0	21,4	Blumenau, Brasilien 50 km vom Meere. Beobachtung 6–5jährig. Henry Lange, Südbrasilien S. 16 ff.
40,6	4,3	44,9	14,6	14,7	16,3	19,0	21,3	23,8	25,3	26,1	25,3	23,7	21,4	16,8	20,6	Alexandria, Ägypten Beobachtung 10–18jährig. Meteorol. Zeitschrift 1884 S. 34 ff.
			18,0	17,9	20,0	22,9	24,3	26,3	27,4	28,2	27,4	26,4	23,4	20,2	(28,2)	Mittlere tägliche Monatsextreme.
			12,0	12,0	13,5	15,8	18,6	21,8	23,8	24,5	23,6	21,3	17,9	14,1	(12,0)	
			6,0	5,9	6,5	7,1	5,7	4,5	3,6	3,7	3,8	5,1	5,5	6,1	(16,2)	Differenz derselben.
24,9	7,6	32,5	15,8	15,6	15,8	16,9	18,2	19,7	21,6	22,7	22,4	20,6	18,7	16,8	18,7	Funchal, Madeira Beobachtung ca. 19jährig. Langerhans, Madeira S. 88 u. 96 ff.
			18,5	18,3	18,5	19,4	20,7	22,0	23,9	25,1	24,7	23,3	21,5	19,4	(25,1)	Mittlere tägliche Monatsextreme.
			12,9	12,5	12,6	13,8	15,0	16,7	18,6	19,4	19,1	17,5	15,6	13,9	(12,5)	
			5,6	5,8	5,9	5,6	5,7	5,3	5,3	5,7	5,6	5,8	5,9	5,5	(12,6)	Differenz derselben.
43,3	−5,0	38,3	22,8	22,1	21,6	15,5	12,2	10,7	9,3	12,7	13,7	16,2	18,9	21,3	16,4	San Jorge, Central-Uruguay Beobachtung 4jährig. Meteorol. Zeitschrift 1886 S. 324.
			37,3	35,6	35,3	29,4	23,8	21,8	23,4	26,9	29,2	29,3	31,9	34,2	(37,3)	Mittlere Monatsextreme.
			7,8	8,2	6,1	2,1	−1,3	−2,8	−3,1	0,3	0,7	2,3	4,7	5,6	(−3,1)	
			29,5	27,4	29,2	27,3	25,1	24,6	26,5	26,6	28,5	27,0	27,2	25,6	(40,4)	Differenz derselben.
36,8	−3,9	32,9	20,1	18,5	16,6	13,0	9,7	7,6	7,6	8,7	10,9	13,6	17,0	19,3	13,6	Santiago, Chile Beobachtung langjährig. Meteorol. Zeitschrift 1885 S. 367.
			30,4	29,4	28,0	25,3	21,8	18,3	18,4	20,3	22,5	24,5	28,3	29,7	(30,4)	Mittlere Monatsextreme.
			10,4	9,1	6,8	3,3	1,1	−0,6	−0,8	−0,7	2,0	4,2	6,7	8,8	(−0,8)	
			20,0	20,3	21,2	22,0	20,7	18,9	19,2	21,0	20,5	20,6	21,6	20,9	(31,2)	Differenz derselben.
?	?	?	10,1	12,4	13,9	18,9	24,4	29,1	32,2	31,2	26,8	20,0	14,3	10,8	20,3	Biskra, Sahara Beobachtung 20jährig. Meteorol. Zeitschrift 1884 S. 64 ff.

Lage		Regenmenge			Regentage im Jahresmittel	Regenmenge. Regentage. Relative Feuchtigkeit. Gewittertage.												Relative Feuchtigkeit im Mittel des Jahres	Gewittertage im Mittel pro Jahr
Breitengrad	Höhe über dem Meere m	absolut. Maxim. mm	absolut. Minim. mm	Jahresmittel mm		Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember		
18° 18′ N	24,6	?	?	1549		81 77	80 76	79 75	94 72	148 75	142 75	176 76	148 77	138 79	167 77	176 80	120 77	76	
19° N	2390	?	?	584	132,6	6 3,1 56 0,9	7 3,6 49 1,0	12 6,1 48 4,6	7 6,6 43 9,8	60 13,8 53 17,9	95 18,0 64 22,0	109 23,4 69 23,7	143 21,8 71 22,6	95 16,6 70 19,4	83 11,4 68 14,7	11 5,4 65 4,7	6 2,8 60 2,8	59,5	144,1
19° 2′ N	2169,7	?	?	935	133	5 1,9 58	10 1,9 55	7 1,9 50	31 5,9 52	86 14,0 58	200 20,3 70	146 20,3 70	176 24,7 73	157 21,6 74	80 13,6 69	29 4,6 65	8 2,3 62	63	
23° N	19,3	?	?	1175	109	83 8,1 77	42 4,9 74	39 4,4 72	84 5,4 73	104 7,6 74	144 12,7 77	124 10,7 77	112 113 78	152 12,0 80	172 14,9 79	56 9,2 78	56 7,8 77	76	
23° 33′ S	729	?	?	1499	147,2	380 22,0 88 15,0	218 18,8 90 9,0	138 15,2 89 9,0	105 11,6 91 4,2	60 7,6 92 2,0	65 9,4 94 0,6	38 6,6 92 2,6	25 5,6 90 0,8	88 9,8 91 6,0	73 10,2 90 4,0	105 12,6 91 6,4	204 17,8 88 8,2	91	67,8
25° 26′ N	93,5	1605	442	1046	65,7	22 2,1 68	13 1,3 60	14 1,3 46	6 1,5 39	10 1,6 40	111 7,5 57	326 16,7 80	267 18,2 83	204 12,2 81	63 2,8 69	6 0,2 64	4 0,3 68	63	
26° 55′ S	ca. 20	2347	1110	1679	106,2	209,5 10,8 5,6	118,5 9,6 4,0	138,5 11,4 4,4	258,2 11,8 1,2	112,8 8,8 1,0	102,2 7,0 0,8	113,7 5,2 1,8	85,8 5,2 2,8	156,3 9,0 4,2	82,3 7,2 1,8	175,4 11,0 5,0	126,2 9,2 5,0		37,6
31° 12′ N	19	312	85	225	42,3	55 10,1 67	39 9,2 68	24 5,4 66	3 1,3 68	1 0,8 71	0 0 74	0 0 76	0 0,1 73	1 0,2 70	10 1,0 68	31 5,4 69	61 8,8 67	70	
32° 37′ N	ca. 5	1248	329	651	76,3	112 12 66,4	64 6,7 63,3	73 8,4 60,0	49 7,0 64,5	27 5,7 62,7	16 2,9 66,1	1 0,7 66,9	2 0,5 66,2	19 3,0 63,8	59 8,7 64,8	122 10,0 65,3	107 10,7 65,5	64,5	
32° 43′ S	122	?	?	1107	95,6	91 7,2 57 3,4	26 3,0 54 1,5	96 7,5 65 4,0	131 8,2 73 3,2	83 7,0 76 3,2	125 11,0 83 4,2	82 9,7 80 3,2	87 8,8 78 5,5	126 9,2 72 4,8	71 9,0 71 4,5	101 6,8 63 4,2	88 8,2 53 4,2	68	45,9
33° 27′ S	519	653	158	327	44,9	1 1,0 69 1	3 0,9 72 2	5 1,1 75 1	24 3,2 80 5	47 5,7 83 1	67 6,1 87 —	81 8,6 87 3	87 6,1 85 2	38 6,3 84 2	14 3,7 79 1	6 1,3 73 2	5 0,9 67 —	78	20
34° 51′ N	125	?	?	199	45	11	24	26	30	31	6	1	3	21	19	10	17		

Absolute Lufttemperatur			Lufttemperatur °Celsius												Mittlere Jahrestemperatur der Luft	Orte in Deutschland zum Vergleich
Amplitude	Extreme Minim.	Extreme Maxim.	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember		
61,3	−25,5	35,8	−0,1	0,9	3,4	8,3	13,0	17,2	18,9	18,0	14,5	9,3	3,5	0,6	9,0	Halle a./S. . . . Beobachtung 35 Jahre. Meteorol. Zeitschrift 1889 S. [15].
			9,6	10,4	14,7	21,4	27,0	29,5	32,3	30,1	26,4	20,6	12,8	10,1	(32,3)	Mittlere Monatsextreme.
			−11,2	−10,4	−6,1	−1,1	2,9	9,1	11,4	10,0	4,6	−0,5	−6,5	−10,4	(−11,2)	
			20,8	20,8	20,9	22,5	24,1	20,4	20,9	20,1	21,8	21,1	19,3	20,5	(43,5)	Differenz derselben.
63,9	−28,4	35,5	−0,4	1,2	3,5	8,1	12,1	16,1	17,7	16,9	14,0	9,0	3,5	0,5	8,5	Göttingen . . . Beobachtung 25 Jahre. Meteorol. Zeitschrift 1884 S. 337.
			8,8	10,3	14,9	21,1	25,8	26,5	29,8	29,2	25,9	20,2	12,1	9,4	(29,8)	Mittlere Monatsextreme.
			−13,6	−11,9	−7,1	1,9	2,7	5,7	8,0	6,5	2,1	−1,8	−6,6	−11,8	(−13,6)	
			22,4	22,2	22,0	19,2	23,1	20,8	21,8	22,7	23,8	22,0	18,7	21,2	(43,4)	Differenz derselben.
70,9	−35,0	35,9	−3,3	−2,8	−0,1	5,4	10,5	15,5	17,2	16,7	13,0	7,9	1,7	−2,1	6,6	Königsberg . . Beobachtung 32 Jahre. Meteorol. Zeitschrift 1881 S. 71.
			5,1	5,1	10,9	19,4	25,9	29,6	29,6	29,9	24,4	18,5	10,4	5,9	(29,9)	Mittlere Monatsextreme.
			−17,3	−16,0	−11,3	−3,0	−0,2	5,6	8,9	8,5	3,9	−1,4	−8,2	−15,1	(−17,3)	
			22,4	21,1	22,2	22,4	26,1	24,0	21,0	20,7	20,5	19,9	18,6	21,0	(47,2)	Differenz derselben.

Die **Temperaturen in der Erde** und ebenso die **Insolationswärme** werden später in dem Abschnitt, welcher über die Lithosphäre handelt, ausführlich besprochen, hier seien nur einige Daten aufgeführt. Wir besitzen aus den Tropenländern zur Zeit nur sehr wenige Beobachtungen über die Höhe der Erdwärme. Bekannt ist aus der Litteratur, daſs Maclay in Kaiser Wilhelms-Land solche in 1 m Tiefe anstellte. Dieselben sind in Tabelle II mit aufgeführt. Auch Soyaux hat auf der Ssibange-Farm bei Gabun solche für einige Monate ermittelt. In der meteorologischen Zeitschrift 1883 S. 350 sind auch aus Indien (Allahabad und Seypore) Beobachtungen von S. H. Hill angezogen, welche sogar bis zu einer Tiefe von 610 cm reichen, jedoch nicht fehlerfrei sein dürften. Auch Chavanne bringt einmal eine flüchtige Notiz über Erdtemperatur am Kongo, die aber, aus einer Erdspalte stammend, wenig agrikulturellen Wert hat.

Maclay ermittelte im Laufe eines Jahres in 1 m Tiefe eine mittlere Erdtemperatur von 28,7° (Monatsmaximum = 29,3°, Monatsminimum = 28°), während die mittlere Jahrestemperatur der Luft 26,2° Cels. betrug. Soyaux ermittelte bei der mittleren Jahrestemperatur der Luft von 24,4° Cels. folgende Ziffern[1]:

[1] Meteorol. Zeitschrift 1886 S. 39.

Lage		Regenmenge			Regentage im Jahresmittel	Regenmenge. Regentage. Relative Feuchtigkeit. Gewittertage.												Relative Feuchtigkeit im Mittel des Jahres	Gewittertage im Mittel pro Jahr
Breitengrad	Höhe über dem Meere m	absolut. Maxim. mm	absolut. Minim. mm	Jahresmittel mm		Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember		
51° 29′ N	90,8	?	?	484		23 83,8 0,1	22 81,4 0,1	33 78,3 0,2	33 71,3 1,1	43 68,3 3,3	73 70,4 4,1	73 71,4 4,1	47 72,3 3,2	31 75,3 0,9	37 80,9 0,1	32 84,6 0,1	36 84,6 —	76,9	17,5
51° 32′ N	150	674	377	542	171	30 14 84 —	37 14 84 —	40 16 81 0,4	35 12 74 1	41,4 14 71 3	56 14 74 4	67 16 76 6	66 15 78 4	41 12 80 2	44 13 84 0,3	45 15 86 —	40 16 88 0,1	80	20,8
54° 42′ N	23	839	325	610	180	38 15,2 88 —	32 15,0 86 —	33 14,4 82 —	27 12,9 75 0,4	45 14,1 71 2,3	58 13,6 72 3,3	63 15,0 74 3,6	82 15,9 75 2,8	77 15,3 80 1,0	60 16,0 83 0,2	55 17,3 87 —	40 15,2 88 —	80	13,8

Temperatur in	Juli	Aug.	Septbr.	Oktbr.	Novbr.	Dezbr.	Jan.
½ m Tiefe	24,3°	24,1°	24,7°	25,4°	25,5°	25,7°	25,8°
1 - -	25,5	24,9	25,2	25,6	25,5	25,6	25,9

Die Maclayschen Erdbeobachtungen liefern eine Temperatur weit höher als die mittlere Jahrestemperatur der Luft, und das ist gleichfalls bei den Soyauxschen der Fall in 1 m Tiefe. Die in ½ m Tiefe ermittelten Temperaturen bleiben in einigen Fällen hinter der mittleren Jahrestemperatur der Luft zurück. Auch die übrigen Resultate von Beobachtungen lassen erkennen, dafs die Erdtemperatur in 1 m Tiefe die mittlere Jahrestemperatur der Luft übersteigt. Man pflegt gemeiniglich anzunehmen, dafs in den Tropen bereits in ca. 1,2 m bis 1,5 Tiefe eine Konstanz der Erdtemperatur vorhanden, welche derjenigen der mittleren Jahrestemperatur gleich ist[1]. In gröfserer Tiefe beginnt alsdann die Temperatur in nicht immer regelmäfsiger Weise zuzunehmen. Da nun speciell im engern Tropengürtel die Schwankungen der Lufttemperatur sehr gering sind — die Jahresamplitude beträgt daselbst, wie wir sahen, 12—20° Cels. —, so erfreut sich das ganze

[1] Diese Annahme ist jedoch vielen Ausnahmen unterworfen.

Wurzelsystem der dortigen Vegetation bis in die tiefsten Schichten einer aufserordentlich gleichmäfsigen hohen ununterbrochenen Erdwärme. Je weiter entfernt von dem äquatorialen Gürtel, desto ungleichmäfsiger wird auch die Erdtemperatur in den einzelnen Jahreszeiten, und nur in der Tiefe über 1 m bewahrt sie den gleichmäfsigen Charakter wie im engern Tropengürtel.

Man kann rechnen, dafs die Erdtemperatur der Tropenzone in 1—1½ m Tiefe ca. 29—20° Cels. beträgt; dem steht im gemäfsigten Klima während der Vegetationszeit von Mitte April bis Ende September in derselben Tiefe eine Erdtemperatur steigend von ca. 9° bis auf 17° Cels. gegenüber. Das sind Temperaturunterschiede von im Mittel ca. 10° bis 15° Cels.

Die Erdoberflächentemperatur oder Insolationswärme des Erdbodens wird später einer ausführlichen Besprechung zu unterziehen sein. Es liegt in Bezug auf die direkte Vegetationsbeförderung der Insolationswärme kein Grund vor, hier näher auf dieselbe einzugehen, und somit kann ich den Abschnitt über die tropischen und subtropischen Temperaturen abschliefsen.

b. Die Bestrahlung, Belichtung und Bewölkung in den Tropen und Subtropen und ihre vegetative Bedeutung.

Die Sonne fördert bekanntlich die Vegetation nicht allein durch die Einwirkung ihrer erwärmenden Strahlen, sondern es nehmen die belichtenden und chemisch wirkenden Strahlen derselben an dem Aufbau, insbesondere der Kulturpflanzen, gleichfalls einen sehr gewichtigen Anteil. Die Bildung des für die Kohlensäureassimilation unentbehrlichen Chlorophylls der Blätter geht nur unter dem Einflufs des Lichts vor sich, und der Prozefs der Kohlensäureassimilation, der Sauerstoffausscheidung, sowie der Festlegung des Kohlenstoffs in organischen Verbindungen bedarf gleichfalls der belichtenden und chemischen Einwirkung der Sonne. Dabei ist nun die Intensität derselben von der gröfsten Bedeutung. Dieses lehren vornehmlich alle diejenigen Pflanzen, welche sich durch einen hohen Gehalt an Kohlenhydraten auszeichnen und die sich die Agrikultur zum Zweck der Zucker-, Stärkemehl-, Fett- und Ölproduktion ausgewählt und veredelt hat.

Kann auch das Licht bis zu einem gewissen Grade nach den Experimenten von Sachs durch die Wärme ersetzt werden, so haben doch alle Untersuchungen, welche auf dem Gebiete der Kohlensäureassimilation angestellt worden sind, übereinstimmend gelehrt, dafs, wenn man auch über den Verlauf des Assimilationsprozesses, über die etwaige

Bildung von Zwischenprodukten zwischen Kohlensäure und Kohlenhydraten noch völlig im unsichern ist, doch das direkte Sonnenlicht bei genügendem Wassergehalt der assimilierenden Organe je nach der Intensität der Stärke die Bildung der Kohlenhydrate befördert. Namentlich haben Versuche von Kreusler dargethan, wie mit Steigerung der Lichtintensität die Kohlensäurezerlegung zunimmt[1].

Dafs diese Erscheinung auch von praktischer Wichtigkeit ist, beweist die Thatsache, dafs der Gehalt wichtiger tropischer Kulturpflanzen, wie Zuckerrohr und Pfeilwurz, an Zucker und Stärkemehl ohne jede kulturelle Veredlung an sich schon erheblich höher ist, als die Landwirtschaft der gemäfsigten Klimate in irgend einer hochgezüchteten Kulturpflanze ihn nur aufzuweisen vermöchte. Dementsprechend übertrifft auch die Produktion von Zucker und Stärkemehl im Zuckerrohr und in der Pfeilwurz pro Hektar diejenige, welche durch Zuckerrüben und Kartoffeln erzielt wird, bei rationeller Ausbeute erheblich. Man rechnet in sorgfältig bearbeiteten Plantagen eine Ausbeute von 4000—5000 (sogar bis zu 8000) kg Zucker im Zuckerrohr (Saccharum officinarum) pro Hektar[2], aber die Technik der Fabrikation, insbesondere die Saftgewinnung, ist dabei noch eine recht unvollkommene, so dafs die Ziffer hinter vielen Ergebnissen zurücksteht, welche in hochkultivierten, intensiven Wirtschaften Prof. Dr. Märcker in langjährigen summarischen Feldkulturversuchen beim Anbau der Zuckerrübe konstatiert hat[3]. Bei diesen Versuchen stellte sich heraus, dafs pro Hektar Zuckermengen sogar bis zu 6606 kg erzielt wurden und dafs Produktionen von über 5000 kg Zucker pro Hektar die Regel waren. Stellt man indessen diesen Versuchsergebnissen der Zuckerrübe, denen eine nahezu vollständige Ausbeute des Saftes und Zuckers zu Grunde liegt, gegenüber, was bei gleichem Fabrikationsverfahren an Zucker aus dem Zuckerrohr gewonnen werden kann, so tritt die Überlegenheit der tropischen Produktionsfähigkeit zu Tage. Während der Saft der Zuckerrübe nach den Märckerschen Versuchen gemeiniglich gegen 15 % polarisierte (Gebrüder Dippes verbesserte, weifse zuckerreichste Rübe zwar in fünfjähriger Versuchsdauer 16,9 %), enthält der Saft des Zuckerrohrs 18—22 %[4]. In Louisiana soll nach

---

[1] Landwirtschaftl. Jahrbücher 1886. Bd. XIV S. 913.

[2] Semler, Die tropische Agrikultur. Bd. III S. 206 u. 207.

[3] Vgl. Magdeburger Zeitung 1884 Nr. 51 u. 61; 1885 Nr. 35, 47, 563, 575; 1886 Nr. 551, 561; 1889 Nr. 618. — Neue Zeitschrift für Rübenzuckerindustrie. Bd. VI, VIII, X, XII, XIV, XVI, XVII, XX, XXII, XXIII.

[4] Dr. Phipson, ein ausgezeichneter Kenner, giebt 18,0% als normalen Zuckergehalt einer ausgewachsenen Pflanze an (Semler, Die tropische Agrikultur. Bd. III S. 228).

Semler der Zuckergehalt des Rohres noch 15 % betragen. Dabei bleibt die rohe Erntemasse des Zuckerrohres nicht hinter der der Zuckerrübe zurück. Dieselbe ist zwar je nach der Sorgfalt der Kultur und der Möglichkeit, in trockenen Zeiten zu bewässern, sehr verschieden in den einzelnen Ländern und bewegt sich in weiten Extremen. In Japan rechnet man pro Hektar als Durchschnittsernte vom Rohr 54 000 kg (entsprechend ca. 270 Centner pro preufs. Morgen). Davon werden nach der alten höchst unvollkommenen Quetschmethode ca. 3500 kg Zucker pro Hektar ausgebeutet, vielleicht nicht viel über die Hälfte des wirklich pro Hektar in den Pflanzen produzierten Zuckers.

Auch bei der gewöhnlichen Pfeilwurz (Maranta arundinacea) kann die gewöhnliche Stärkemehlausbeute pro Hektar nicht zum Vergleich mit derjenigen der Kartoffeln herangezogen werden, da das Fabrikationsverfahren der tropischen Landwirte zu unvollkommen und aufserdem die Roherträge gemeiniglich weit hinter dem zurückbleiben, was durch intensive Kultur und Bewässerung erzielt werden könnte. Der Stärkemehlgehalt der stärkemehlreichsten Pfeilwurzarten übersteigt indessen prozentisch die qualitativ besten Varietäten, welche aus dem lang- und alljährigen Kartoffelanbauversuche von F. Heine-Emersleben (jetzt Hadmersleben) hervorgegangen sind. Heine-Hadmersleben[1] erzielte zwar in Kartoffelsorten aus den Paulsenschen und Richterschen Züchtungen, welche mit den Namen „Viola“, „Frigga“ und „Deutscher Reichskanzler“ belegt waren, im Jahre 1890 die erstaunliche Höhe von 26,3 bezw. 24,9 bezw. 24,4 % Stärkemehl, aber dabei ist zu berücksichtigen, dafs wir es in diesen Ergebnissen mit Leistungen der höchsten Zucht und höchsten Kultur zu thun haben, die das gewöhnliche Mittelmafs des Stärkemehlgehaltes der Kartoffeln, das sich nach den umfangreichen und langjährigen Anbauversuchen auf etwa 16 % stellt, um 50 % übertreffen. Demgegenüber pflegt der Stärkemehlgehalt der unveredelten Pfeilwurz, Maranta arundinacea, gemeiniglich 25—26 % zu betragen, doch weisen die Wurzeln der Südseeinseln, von Tacca pinnatifida stammend, sogar einen solchen bis zu 30 % Stärkemehl und darüber auf.

Im übrigen ist es ja allgemein bekannt, wie sehr sich die Produkte der tropischen Agrikultur durch ihren Öl-, Zucker- und Stärkemehl-Gehalt charakterisieren; und mit dem Ausdruck „Südfrüchte“ pflegt

---

[1] Ferdinand Heine, Emersleben, später Hadmersleben, „Die alljährlich vergleichenden Anbauversuche mit verschiedenen Kartoffelsorten“ in der Zeitschrift für Spiritusindustrie 1878—1890.

man ja auch an einen vornehmlich süfsen oder mehligen (Banane!) Geschmack erinnert zu werden.

Aber nicht allein die Zucker etc., sondern auch die Farbstoffe produzierenden Pflanzen sind in ihrer Produktionsleistung aufserordentlich von der Einwirkung der belichtenden Sonnenstrahlen abhängig und besonders ist dieses vom Indigo (Indigofera tinctoria) bekannt. Andrerseits pflegen Faserstoffe, sofern sie den Pflanzenstengeln entstammen, wie die Produkte der Jute- und Ramie-Pflanze (Corchorus capsularis und Boehmeria nivea), unter derselben an Qualität zu leiden, ein Umstand, dem indessen durch einen dichten Stand der Gewächse vorgebeugt werden kann. —

Diesen pflanzlichen und agrikulturellen Erscheinungen stehen die nach den Breitenkreisen ab- bezw. zunehmenden Jahressummen der Sonnenstrahlung und die chemische Intensität der direkten Strahlung sowie des diffusen Himmelslichtes entsprechend gegenüber. Hierüber hat Hann in dem Kapitel „Das solare Klima“ eingehende Erörterungen angestellt[1], welche ich, soweit sie hier von Bedeutung sind, heranziehen mufs.

Im solaren Klima, das heifst einem solchen, das nur von der Quantität der Sonnenstrahlung abhängt, welche einem kontinentalen Orte seiner geographischen Lage nach zukommt, beziffert sich die Jahressumme der Sonnenstrahlung auf jeden fünften Breitengrad — als Einheit die Wärmemenge eines mittleren Äquatortages gedacht und als Thermaltag bezeichnet — folgend:

Breite	0°	— 365,24	Thermaltage
-	5°	— 364,0	-
-	10°	— 360,2	-
-	15°	— 353,9	-
-	20°	— 345,2	-
-	25°	— 334,2	-
-	30°	— 321,0	-
-	35°	— 305,7	-
-	40°	— 288,5	-
-	45°	— 269,8	-
-	50°	— 249,7	-
-	55°	— 228,8	-
-	60°	— 207,8	-

Als mittlere Intensität der Bestrahlung der ganzen Tropenzone innerhalb der Wendekreise führt Meech, von welchem auch die

[1] Dr. Julius Hann, Handbuch der Klimatologie. Stuttgart 1883. S. 57—77.

vorstehende Tabelle herrührt, 356,2 Thermaltage an, für jene der gemäſsigten Zone 276,4 und die der Polarzone 166,0. Alle diese Berechnungen setzen natürlich stets wolkenlosen klaren Himmel voraus und jede Ablenkung der Sonnenbestrahlung ist ausgeschlossen. Indessen ist zu berücksichtigen, daſs die Berechnungen sich auf die Sonnenstrahlung des ganzen Jahres beziehen; würden dieselben in Bezug auf das gemäſsigte Klima ausschlieſslich für die Vegetationszeit um das Sommersolstitium aufgestellt und mit einer gleichen Zeitlänge äquatorialen Klimas verglichen, so würde die Differenz geringer ausfallen, und zwar nicht unerheblich, wie sich aus einer mehrjährigen Beobachtung der gesamten Strahlung (Sonne und Himmel) zu Montsouris bei Paris und zu Fécamp folgern läſst, welche durch folgende Monatsmittel wiedergegeben wird.

	Gesamte Wärmestrahlung (Montsouris)			Mittlere tägliche chem. Wirkung der Strahlung (Fécamp)
1872—1879	11,7	Januar	1869—1872	1,8
—	14,4	Februar	—	1,8
—	25,9	März	—	3,9
—	35,3	April	—	6,4
—	43,1	Mai	—	14,1
—	46,6	Juni	—	19,5
—	47,5	Juli	—	21,0
—	39,4	August	—	21,4
—	31,2	September	—	18,9
—	20,8	Oktober	—	13,7
—	12,4	November	—	6,9
—	9,4	Dezember	—	2,9
—	28,2	im Mittel	—	11,0

Die Superiorität des tropischen Klimas in Rücksicht auf die Sonnenstrahlen tritt jedoch vornehmlich zu Tage, wenn man speciell die chemische Intensität der direkten Strahlung ins Auge faſst. Dieses lehren die folgenden, aus Berechnungen hervorgegangenen Zahlen, welche die relativen Intensitäten der chemischen Strahlung während eines ganzen Tages zur Zeit des Frühlingsäquinoktiums angeben:

Breite	90°	Pol	= 0
-	60°	Petersburg	= 89
-	49°	Heidelberg	= 182
-	41°	Neapel	= 266

Breite	30°	Kairo	= 364
-	19°	Bombay	= 438
-	10°	Ceylon	= 475
-	0°	Borneo	= 489

Diese Ziffern zeigen, dafs im engern Tropengürtel eine ungefähr vierfach stärkere Intensität der chemischen direkten Strahlung zur Zeit des Frühlingsäquinoktiums und damit auch im Jahresmittel herrscht, als etwa in der norddeutschen Tiefebene, und das ist natürlich von der weitgehendsten Bedeutung im Pflanzenleben.

Es mögen sich hieran noch einige Betrachtungen über die diffuse Strahlung des Himmels knüpfen! Dieselbe wird hervorgerufen durch kleinste Wassertropfen, Staub oder andere kleine Teile, welche in der Luft frei schweben, die Sonnenstrahlung reflektieren und zerstreuen und so die Atmosphäre selbst leuchtend und zu einer Lichtquelle machen. Nach angestellten Berechnungen übertrifft das diffuse Himmelslicht bis gegen die Breite von Heidelberg in der chemischen Intensität sogar die direkte Strahlung der Sonne und zwar in höheren Breiten sogar recht bedeutend. Unter dem Äquator ist dagegen die Intensität des diffusen Lichtes nur halb so grofs als die der direkten Strahlung. Das möge in folgender kleinen Zusammenstellung, welche die vorhergehende ergänzt, belegt werden:

		Chemische Intensität		
Ort	Breite	der Sonne	des Himmels	Total
Pol	90°	0	20	20
Petersburg	60°	89	164	253
Manchester	53°	145	182	327
Heidelberg	49°	182	191	373
Kairo	30°	364	217	581
Bombay	19°	438	223	661
Ceylon	10°	475	226	701
Borneo	0°	489	227	716

Diese angezogenen Zahlen führten uns durchweg berechnete Werte vor, direkte Messungen der chemischen Intensität des Tages- und Sonnenlichts bieten aber auch bereits ein reichliches Material. So haben solche zu Kew bei London und zu Para an der Mündung des Amazonenstroms, gleichzeitig an 3 Apriltagen (1866) angestellt, ergeben, dafs an letzterem Orte eine nahezu 20 Mal gröfsere Intensität der chemischen Strahlung herrschte. Und sogar wenn der August von Kew dem April von Para gegenübergestellt wurde, ergab sich an letzterem Orte eine immerhin noch 3,3 mal intensivere chemische

Strahlung als in Kew. Diese Differenz ist um so auffälliger, als doch die Wirkung der gröfsten Sonnennähe in Kew zur Geltung kommt, und die Sonne im August nur um einige wenige Grade Para näher als Kew steht.

Aus diesen Betrachtungen ergiebt sich mit grofser Gewifsheit, dafs der Effekt der belichtenden und chemischen Sonnenstrahlung an die geographische Breite gebunden ist.

Es mufs aber auch ferner betont werden, dafs, während der Wärmezustand, welcher in der Atmosphäre durch die Sonnenstrahlung erzeugt wird, durch Luft- und Meeresströmung unregelmäfsig über die Erdoberfläche verteilt wird, weil die an einem Orte hervorgerufene Erwärmung durch die Strömung (sowie durch die latente Wärme des Wasserdampfes) auf andere Orte übertragen werden kann, dieses mit der belichtenden und chemischen Wirkung der Strahlen nicht der Fall ist; diese haftet auf dem Platz, auf welchen die Strahlung fällt. Diese Thatsache ist wichtig genug, um den Klimagürteln der alten Geographen, welche das Prinzip der Einteilung der Klimagebiete nach Breitenkreisen repräsentieren, ganz abgesehen von der Wärmeverteilung über die Erdoberfläche, ihre Berechtigung zuzuerkennen, und für die Landwirtschaft dürfte es bei der vollständigen Abhängigkeit der Vegetation von der Intensität des Tages- und Sonnenlichtes wohl ausgeschlossen sein, eine andre Zonenteilung (mit Berücksichtigung der Agrikultur) als diejenige nach den Breitenkreisen, für berechtigt zu halten. Diese Auffassung schliefst nicht aus, dafs innerhalb der nach den Breitengraden geordneten Zonen regionale oder lokale Klimaprovinzen zusammengestellt werden. Man wird sich aber stets dabei eine sorgsame Beschränkung nach Nord und Süd auferlegen müssen! Würden in diesem Sinne die 34 Klimaprovinzen Supans korrigiert, dann verdienten sie auch seitens der Agrikultur die höchste Beachtung.

Von der Bewölkung des Himmels, welche zeitlich wie örtlich auf der Erdoberfläche dem gröfsten Wechsel ausgesetzt ist, hängen die Verhältnisse der Erwärmung und Belichtung in hohem Grade ab. Da nun die Kulturpflanzen je nach ihren natürlichen Existenzbedingungen ein verschiedenes Verlangen nach direkter Bestrahlung behufs Erwärmung, Belichtung und photochemischer Einwirkung besitzen und da namentlich für die tropische Agrikultur — wie wir vorhin sahen — die Differenzen der chemischen Intensitäten der Sonne und des Himmels namentlich auch im Vergleich mit den Verhältnissen der gemäfsigten Zone aufserordentlich hoch sind, haben wir hier noch einige Erörterungen anzustellen. Ich mufs dazu noch bemerken, dafs wir über das eigentliche Wesen der Einwirkung

geringerer oder stärkerer Belichtung bezw. Beschattung auf die verschiedenen Arten der Kulturpflanzen und die besondere Vorliebe einzelner für dieses oder jenes Stadium der Beleuchtung wissenschaftlich noch gar nicht unterrichtet sind. Praktisch ist man jedoch demselben bereits insofern näher getreten, als man in die Landwirtschaft sowohl der gemäfsigten wie tropischen Zone ein System der Deckfrucht eingeführt hat, das in der Fruchtfolge wie in der Kultur mancher Pflanzen eine nicht unbedeutende Rolle spielt.

Wie die Bewölkung einerseits die Insolation tagsüber hemmt, so gewährt sie auf der andern Seite, wie jede Trübung der Atmosphäre, auch den besten Schutz gegen die Wärmeausstrahlung, die zwar von der Insolation abhängig ist. Dieser Schutz ist um so gröfser, je tiefer das Gewölk steht und je kleiner infolgedessen der Raum wird, welcher durch dasselbe vom Weltraum abgeschlossen wird. Trübung des Himmels setzt daher im Sommer die Temperatur herab und erhöht dieselbe im Winter. Die Temperatur in Deutschland würde im Winter erheblich niedriger sein, wenn nicht Bewölkung des Himmels die Ausstrahlung hemmte; daher sind ja auch die klaren hellen Winternächte die gefürchteten Kältebringer. In den Tropenländern bedeutet eine starke Bewölkung eine entschiedene Herabsetzung der Temperatur, und umgekehrt eine schwache eine Erhöhung derselben; es ist daher eine allgemeine Regel, dafs die regen- und wolkenarmen Hochplateaus der Kontinente bei weitem höheren Temperaturen ausgesetzt sind als die unter gleichen Breitengraden gelegenen Küstenstriche. Dafs bei den belichtenden und chemisch wirkenden Strahlen die Verhältnisse insofern anders liegen, als ihre Wirkung stets dem Grade der Bewölkung umgekehrt proportional ist, bedarf wohl kaum der Ausführung.

Die Verteilung der Bewölkung auf die einzelnen Jahreszeiten hält mit der Verteilung der Niederschläge nahezu gleichen Schritt. In Deutschland fällt nach Doves Berechnung einer 7jährigen Beobachtungszeit das Minimum der Bewölkung und damit eine relativ starke Belichtung in den September und findet für diesen Monat seinen Ausdruck in 57,3 (100 = vollständige Trübung des Himmels). Es ist dieses nicht uninteressant, da ja in diesem Monat die Reife der Kartoffeln, Rüben und auch des Weins vor sich geht. Das jährliche Maximum der Bewölkung liegt im gemäfsigten Klima im Winter, während der Sommer klarer ist. Aber es kommt gleichwohl auf Deutschland nur eine verhältnismäfsig sehr geringe Zahl vollständig wolkenfreier Tage. Nach Supan[1] hat z. B. Berlin nur durchschnittlich pro Jahr 30,5 heitere

[1] A. Supan, Grundzüge der physischen Erdkunde. S. 91.

Tage aufzuweisen; ihnen steht in Biskra, Nordafrika, eine Zahl von 264,4 Tagen im Jahresmittel gegenüber, und alle Wüstengebiete, in denen nicht gerade äolisch fortbewegte Staubmassen die Heiterkeit des Himmels stören, sowie auch die Regionen am Rande der Wüsten und Steppen haben ähnliche Verhältnisse wolkenfreier Atmosphäre. Mit dieser starken ungehemmten Intensität der Erwärmung und Beleuchtung am Nordrande der Sahara steht daselbst das ausgezeichnete Gedeihen der Dattelpalmen-Kultur im engsten Zusammenhang.

In Küstengebieten ist die Bewölkung sehr abhängig von lokalen und regionalen Witterungsfaktoren, in ähnlicher Weise wie die Niederschläge, aber es steht die mittlere Jahresbewölkung nicht im gleichen Verhältnis zu den Niederschlagsmengen oder der Zahl der Regentage. Im regenreichen Buitenzorg beträgt die mittlere Bewölkung 66, dagegen in dem doch weit regenärmeren Gabun 80 und selbst zwischen Gabun und Tschintschotscho, Orten, die an derselben Küste nur 5 Breitengrade voneinander liegen, beträgt die Differenz der Bewölkung 20 (Tschintschotscho = 60).

Woeikoff hat am Schlusse des ersten Bandes „Die Klimate der Erde“ [1] eine Zusammenstellung der mittleren Jahres- und Monatsbewölkung einer bereits grofsen Anzahl verschieden gelegener Orte gegeben, ich vermag indessen nicht zu beurteilen, inwieweit das gebotene Material hier Verwertung finden kann. Die Untersuchungen auf diesem Gebiete sowie die Art der Notierung dürften wohl noch nicht genügend geklärt sein, um den Ansprüchen zu genügen, welche man vom Standpunkt der Landwirtschaftslehre stellen mufs. Diese selbst hat bis jetzt, abgesehen von einigen neuern gelegentlichen Daten und den Arbeiten, welche sich auf die Befruchtung der Pflanzen beziehen, noch nichts gethan, was hier einen Anhaltepunkt böte, trotzdem die Frage der Bewölkung und damit auch der Beschattung, welch letztere anzustellen ja teilweise in der Hand des Landwirts ruht, nicht ohne praktischen Wert ist.

Manche, auch tropische Kulturpflanzen, lieben es nicht, einer starken ständigen Belichtung ausgesetzt zu sein, und alle Pflanzen, welche wild im Waldesschatten ihre günstigsten Vegetationsbedingungen zu finden pflegen, behalten in Kultur genommen noch einen Grad der Eigentümlichkeit bei, dafs gedämpftes Licht ihnen mehr zusagt als die hellen Sonnenstrahlen. Sie produzieren daher relativ auch weniger Kohlenhydrate als stickstoffhaltige Verbindungen. In der heimischen Landwirtschaft dürfte wohl ein grofser Teil der proteinreichen Legumi-

---

[1] S. 381—383.

nosen dafür einen Beweis liefern. In den Tropen ist es unter anderem der Pfefferstrauch (Piper nigrum), dessen günstigste Wachstumsbedingungen im Halbschatten oder doch im gedämpften Sonnenlichte liegen, wie es in Anbetracht seiner Herkunft nicht anders zu erwarten ist. Die Eingeborenen auf den malayischen Inseln verlegen daher ihre Anpflanzungen an die Ränder der Wälder oder geben denselben schnell wachsende Bäume als Schattenspender. Andere tropische Kulturpflanzen, wie insbesondere die Dattelpalme (Phoenix dactylifera), der Feigenbaum (Ficus carica) und die Ananas (Ananassa sativa) können kaum zu viel intensive Bestrahlung durch die Sonne erhalten, und ihre Kultur ist daher nur dort besonders erfolgreich, wo ihren Anforderungen nach dieser Seite hin genügt wird. Gegenden, in welchen die Bewölkung des Himmels auf eine längere Zeit ganz oder nahezu ausgeschlossen ist, sagen ihnen daher am meisten zu. Wir sehen also, dafs die Bewölkung des Himmels sowohl im allgemeinen als auch in Rücksicht auf specielle Kulturen in den Tropenzonen eine gewichtige Rolle spielt — ein Umstand, welcher sich ja auch überall in unseren Floren und Palmhäusern geltend macht — und dafs wissenschaftliche landwirtschaftliche Untersuchungen über diesen Gegenstand sehr erwünscht wären.

In Rücksicht auf die tropische Agrikultur will ich es nun hier auf Grund landwirtschaftlich praktischer Erfahrungen versuchen, den verschiedenartigen Belichtungs- und Beschattungsverhältnissen in der Natur in Rücksicht auf die entsprechenden Bedürfnisse der Kulturgewächse Ausdruck zu verleihen, indem ich die Bestrahlungs- und Belichtungszustände, wie sie in der Agrikultur der Tropen und Subtropen durch entweder direkte Einwirkung des Sonnenlichts oder Behinderung desselben geboten werden, nach 6 Graden einteile. Dabei bin ich mir zwar bewufst, dafs diese Einteilung ohne exakt wissenschaftliche und ziffermäfsige meteorologische Beläge auf manche Anfechtung stofsen wird; ich folge indessen der Notwendigkeit, nach dieser Seite hin in der weiten tropischen Agrikultur eine Sichtung vorzunehmen. Wenn später einmal die meteorologische Wissenschaft ausgebaut ist, wird es wohl möglich sein, dem auf rein praktischen Erfahrungen aufgebauten rohen System eine exakt wissenschaftliche Politur angedeihen zu lassen. Dabei können dann die Irrungen korrigiert werden, oder es mag auch ein zweckmäfsigeres und wissenschaftlich begründeteres System an Stelle dieses rohen gesetzt werden. Vorläufig stelle ich 6 Grade von Belichtungs- und Beschattungsverhältnissen auf, welchen ein Prinzip der Teilung zu Grunde liegt, das

sich auf die Belichtungs- und Beschattungsbedürfnisse der tropischen und subtropischen Kulturgewächse bezieht.

I. Grad der Belichtung und Beschattung: mindestens $^{8}/_{12}$ der Vegetationsdauer bezw. des Jahres (bei perennierenden Pflanzen) steht unter intensiver Belichtung. Beschattung darf niemals — ausgenommen natürlich die Wachstumsperiode nach der Keimung — während dieser Periode statthaben.

Typisches Beispiel: Dattelpalme, Phoenix dactylifera.

II. Grad der Belichtung und Beschattung: mindestens $^{7}/_{12}$ der Vegetationsdauer bezw. des Jahres (bei perennierenden Pflanzen) steht unter intensiver Belichtung. Beschattung darf nur selten — ausgenommen etwa die erste Wachstumsperiode — während dieser Periode statthaben.

Typisches Beispiel: Zuckerrohr und Sorghum, Sacharum officinarum und Holcus Sorghum.

III. Grad der Belichtung und Beschattung: mindestens $^{5}/_{12}$ der Vegetationszeit bezw. des Jahres (bei perennierenden Pflanzen) steht unter starker Belichtung. Beschattung ist während dieser Periode nicht vorteilhaft.

Typisches Beispiel: Banane und Reis, Musa sapientum, M. paradisiaca und Oryza sativa.

IV. Grad der Belichtung und Beschattung: ungefähr $^{4}/_{12}$ der Vegetationszeit bezw. des Jahres (bei perennierenden Pflanzen) steht unter Belichtung. Vorübergehende Beschattung während dieser Periode schadet den Kulturen nicht.

Typisches Beispiel: Ölpalme und Yams, Elaeis guineensis und Dioscorea alata.

V. Grad der Belichtung und Beschattung: Mäfsige Belichtung nur zur Zeit der Fruchtreife etwa $^{3}/_{12}$ der Vegetationszeit bezw. des Jahres (bei perennierenden Pflanzen) vorhanden, während der ganzen übrigen Vegetationszeit leichte Beschattung.

Typisches Beispiel: Cacaobaum, Theobroma cacao.

VI. Grad der Belichtung und Beschattung: intensive Belichtung ausgeschlossen, Halbschatten während der ganzen Vegetationszeit bezw. während des ganzen Jahres.

Typisches Beispiel: Pfefferstrauch, Piper nigrum.

Diese Einteilung wird später noch einmal das Interesse beanspruchen, wenn in Kapitel IV die tropischen und subtropischen Kulturpflanzen abgehandelt werden.

c. Die Niederschläge und Feuchtigkeitsverhältnisse in den Tropen und Subtropen und ihre vegetative Bedeutung.

Die meteorologischen Erscheinungen, welche hier der Besprechung bedürfen, beziehen sich vornehmlich auf die Menge der jährlichen Niederschläge und ihre Verteilung auf die einzelnen Monate. Von diesen Verhältnissen hängt in erster Linie der wirtschaftliche Erfolg der tropischen Agrikultur ab, wie wir früher schon sahen. Darum ist dieser Abschnitt ein aufserordentlich wichtiger und die weiter unten folgende Klassifizierung dieses Klimafaktors bedarf bei der Beurteilung des wirtschaftlichen Wertes noch nicht in den Bereich der Kultur gezogener Ländereien ganz besonderer Beachtung. —

Es ist nun nicht allein der Regen, welcher in den Niederschlägen für die tropische Agrikultur besonders wertvoll ist, sondern auch der Tau, welcher bei dem meist sehr hohen absoluten Feuchtigkeitsgehalt der tropischen Atmosphäre grofse Mengen Niederschläge bringt, ist von grofser Wichtigkeit.

Leider fehlen bis jetzt wirklich zuverlässige Methoden, um den Tau alljährlich oder alltäglich ziffernmäfsig zu bestimmen, und ich mufs mich daher hier damit begnügen, einfach auf die Thatsache hingewiesen zu haben, dafs bei der höheren Temperatur und der zuweilen recht intensiven Abkühlung der unteren Luftschichten, bei der Fähigkeit der warmen Atmosphäre, je höher sie steigt, desto gröfsere Mengen Wasserdampf aufzunehmen, ferner bei den überaus intensiven Verdunstungsprozessen der tropischen Erd- und Wasseroberflächen auch die Betauung mit grofsen Feuchtigkeitsmengen in den Tropen arbeitet. Ich habe zwar selten gröfsere Taumengen am Morgen auf dem Boden in Tropenländern beobachtet, als wie sie im gemäfsigten Klima zuweilen im Spätsommer zu beobachten sind, aber der Tau ist dafür in den Tropen eine weit häufigere Erscheinung als in kälteren Klimaten, und darum ein wertvoller Förderer tropischer Agrikultur.

Die Feuchtigkeitszustände der Atmosphäre sind indirekt wie auch direkt für die Vegetation von Bedeutung. Sie sind natürlich höher in Küstenzonen und regenreichen Gebirgslagen als in offenen Höhenlagen. Viele Kulturpflanzen der Tropenländer beanspruchen bekanntlich einen relativ hohen Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre, um auch vor allem eine in Qualität befriedigende Ernte zu liefern.

Die Meteorologie hat bereits in den Tropenländern sehr zahlreiche Untersuchungen über diese Erscheinung zusammengestellt und hat dabei charakteristische Unterschiede darlegen können. Die rechte Seite der Tabelle II enthält eine grofse Zahl von mittleren Feuchtigkeitsbestimmungen.

Diese Durchschnittszahlen sind indessen häufig nur von sehr zweifelhaftem Werte, da sie aus Notierungen hervorgehen, welche nur ein- oder zweimal am Tage vorgenommen sind. Die tropische Atmosphäre wechselt im Laufe des Tages ihren Feuchtigkeitsgehalt häufig, regel- oder unregelmäfsig, je nach der Verschiedenheit der klimatischen Faktoren ganz aufserordentlich. Betrug derselbe in der Frühe 80, so ist er oft zu Mittag auf 60 gesunken und hat am Abend die Höhe des Morgens wiederum erreicht. Bei Nacht sind sehr selten Untersuchungen angestellt, und so geht aus den Beobachtungen ein Mittel hervor, das zwar vergleichbar wäre, wenn es überall dieselbe Basis der Notierung und Berechnung gefunden hätte. Da dieses nun aber nicht der Fall, so erlauben diese Beobachtungen nur ganz allgemeine Betrachtungen oder führen auch zu irrigen Anschauungen.

Die Luftfeuchtigkeit der tropischen Küstengegenden ist im allgemeinen konstant hoch, sowohl absolut wie relativ, und erinnert häufig an die bekannte Atmosphäre der Treibhäuser. In den mehr kontinentalen Gebieten der Tropen ist der jährliche Gang der relativen Feuchtigkeit sehr extrem. Zur Trockenzeit und Zeit des kräftig wehenden Passats ist sie verhältnismäfsig sehr niedrig, zur Regenzeit hoch bis fast zur völligen Sättigung.

Ich werde aus Zweckmäfsigkeitsgründen nicht hier, sondern später, bei Besprechung der Atmosphärilien, speciell des Wasserdampfs der Atmosphäre, die absoluten und relativen Feuchtigkeitsverhältnisse der Tropenländer, namentlich auch in ihrer Beziehung zur Vegetation, eingehend erörtern und diesen Abschnitt ausschliefslich den Niederschlägen widmen.

Über die Regenmengen und ihre Verteilung auf das Jahr liegen bereits zahlreiche und korrekt abgeleitete Daten vor, welche eine eingehende Betrachtung dieser in den Tropen so wichtigen Erscheinung bieten.

Alles, was in diesem Abschnitt von Bedeutung, ist auf der Tabelle II Seite „rechts" verzeichnet, die wohl keiner weiteren Erklärung bedarf. Derselben möge hier dann noch eine Tabelle III angereiht werden, welche die prozentische Verteilung der Niederschläge auf die Monate enthält, und welche insbesondere der folgenden Betrachtung mit zu Grunde liegt.

(Tabelle III siehe S. 90.)

Es ist bekannt, dafs die Regenmengen, welche in Deutschland fallen, in der norddeutschen Tiefebene im Mittel um 4—600 mm pro Jahr betragen. An den Küsten, insbesondere an der Westküste, ist die Menge gröfser, im Binnenlande niedriger. In den Gebirgen werden gemeiniglich gröfsere Mengen niedergeschlagen, je nachdem

wie dieselben streichen, bald an der einen, bald an der andern Seite mehr, oder auch, wie im Erzgebirge, zu beiden Seiten gleichviel. Einige meist engbegrenzte Regionen weisen eine Regenmenge von 800 mm und darüber auf, so z. B. das Harzland, der Thüringer-, der Bayrische Wald und das engere Vogesengebirge. Über 1 m Regenfall ist in Deutschland meist nur lokal beschränkt in hohen Gebirgslagen vorhanden. Und 2 m Regenfall, welcher in Kreuth in Oberbayern als gröfste Regenmenge Deutschlands einmal pro Jahr notiert worden ist[1], gilt schon als einzig dastehender Fall.

In ganz Deutschland pflegen die ersten und letzten Monate des Jahres, wenn die Felder und der Ackerbau ruhen und die Vegetation stille steht, die niederschlagärmsten zu sein, während die eigentlichen Vegetationsmonate Mai, Juni, Juli, August die gröfsten Regenmengen bringen. Im Mittel langjähriger Beobachtungen fallen in diesen vier Monaten nicht weniger als ca. 40—50 % der gesamten Regenmasse, und dabei verfügt die Vegetation noch über eine grofse Menge Bodenfeuchtigkeit, welche aus den Wintermonaten überkommt. Den jungen Herbstsaaten, welche mit ihrem sich nur flach und schwach entwickelnden Wurzelsystem nicht in die Tiefe dringen, bietet sich im September, Oktober und November in den Niederschlägen, welche ungefähr das arithmetische Monatsmittel repräsentieren, und im Tau genügende Feuchtigkeit in der Oberkrume, um vegetieren zu können. Diese Verteilung der Niederschläge ist in Deutschland nicht allein günstig für die angebauten Kulturpflanzen, sondern sie bewirkt auch eine ausgezeichnet gleichmäfsige und gesicherte Verteilung der Feld- und Erntearbeiten und dadurch einen regelmäfsigen und schematischen Gang des landwirtschaftlichen Betriebes innerhalb fester Grenzen.

Fast durchweg ist in Deutschland der alljährliche Regenfall ein in seiner Menge ziemlich gleichmäfsiger. Regenarme Jahre, welche totale Mifsernten zur Folge haben, kommen in Deutschland dank der Nähe des Meeres und der wohlgepflegten und überall verbreiteten Wälder, welche gegen 30 % der Oberfläche des Landes einnehmen, kaum vor. (Schon die günstige Verteilung des Regenfalls auf die einzelnen Jahreszeiten verhindert die Mifsernten.) Wenn im Laufe 32jähriger Beobachtungen in Königsberg bei einem Jahresmittel von 610 mm die absoluten Extreme 839 und 325 mm betragen, d. h. (610 = 100 gesetzt) ein Verhältnis von 137,5 : 53 darstellen, so erscheint die Differenz an sich zwar recht hoch, steht aber in gar keinem Verhältnis zu den grofsen Differenzen, welche in Tropenländern häufig vorliegen. In

[1] Vgl. Biedermanns Centralblatt XVII. 1888. S. 74.

Tabelle III.

Breitengrad		Höhe über dem Meere m	Mittlere Jahrestemperatur ° Cels.	Ort oder Gegend zwischen 35° und 0° (zusammengestellt nach Woeikoff, Hann, Supan und anderen verläfslichen Autoren)	Regenmenge und Verteilung in %**												
					Summa mm	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
35	N	184	22,6	Fort Mohave, Arizona	60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
35	N	125	20,3	Biskra, Sahara	200	5,5	12	13	15	15,5	3	0,5	1,5	10,5	9,5	5	8,5
34	N	338	20,7	Peschawar, Indien	372	11,1	10,8	10,8	13,5	4,9	1,4	11,9	17,6	4,6	1,9	6,8	5,1
34½	S	22	17	Buenos Ayres	860	7	9	11	8	10	8	5	5	7	11	7	11
34	S	12	16,5	Kapstadt	630	3	3	3	7	15	19	14	13	10	6	4	2
34	N	34	20,6	Beirut	950	18	22	14	11	2	—	—	—	1,6	4	8	19
34	N	3506	4,4	Leh, westl. Tibet	70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
34	S	47	17,1	Sidney	1290	8	10	9	13	10	10	9	6	5	7	6	6
33½	S	519	13,1	Santiago, Central-Chile	330	—	0,5	0,9	3	13	24	25	15	12	4	2	1
33	N	506	20,7	Rawalpindi, Punjab	800	3	8	13	7	4	14	18	19	7	1	1,7	5
33	S	780	15,9	Mendoza, Argentinien	200	20	21	11	3	2	1,6	0,7	5	3	9	9	12
—	S	—	—	Cordoba	690	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32¾	S	122	16,4	San Jorge, Central-Uruguay	1100	8,2	2,3	8,7	12,0	7,5	11,0	7,5	8,0	11,4	6,4	9,0	8,0
32½	N	*	18,7	Funchal, Madeira	650	17	10	11	8	4	2,4	0,2	0,3	3	9	19	16
32	N	770	17,3	Jerusalem	560	18	22	14	11	2	—	—	—	1,6	4	8	19
32	S	15	18,3	Perth, W. Australien	550	1,1	1,5	3	4	11	21	22	12	12	7	2	0,6
31½	N	223	23,9	Lahore, Indien	545	2,6	6,2	4,7	3,3	3,6	7,5	32,2	22,5	10	3,1	0,7	2,7
31	N	2119	12,6	Simla, Indien	1784	2,8	3,9	4,9	4,1	6,3	11,2	27,5	26,6	8,9	1,7	0,2	1,3
31	N	19	20,6	Alexandria	220	24	20	11	0,5	—	—	—	—	0,5	3	19	22
31	N	7	15,1	Shanghai, China	1110	4	6	8	9	10	17	10	11	13	6	4	1,5
31	N	128	24,4	Maltan, Punjab	180	3	8	13	7	4	14	18	19	7	1	1,7	5
30½	S	508	20,3	Narrabri, S. Wales, Australien	670	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	N	7	20,6	Unterer Mississippi (New-Orleans)	1400	9	9	9	9	9	8	9	7	7	6	8	11
30	S	*	15,4	Serena, N. Chile	40	—	—	—	—	19	21	34	10	8	7	—	—

30	N	1680	14,3	Quetta, Beludschistan	210	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29½	N	1957	14,6	Naini Tol, Indien	2300	3,2	3,3	2,7	2,0	3,1	16,7	27,2	26,4	11,7	2,0	0,2	1,5
29	N	8	22,8	Bushir, Süd-Persien	330	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28¾	N	219	—	Delhi, Indien	700	3,1	2,3	3,0	1,6	2,7	12,9	30,4	26,1	16,0	2,6	0,3	1,6
28½	N	56	25,6	Jacobadad, Sind	110	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28½	N	497	—	Ajmere, Indien	582	0,8	1,7	2,1	0,3	3,1	1,2	26,7	46,0	14,8	1,4	0,8	1,4
28–27	S	*	*	Australien (Inneres)	130	28	21	6	6	6	10	1	5	9	4	1	3
28–25	S	*	*	Parana, Argentinien	930	11	12	13	13	8	5	4	3	5	10	10	7
27½	S	*	20,0	Brisbane, Queensland	1240	13	15	13	13	5	9	4	7	4	6	6	7
27½	S	68	21,2	Corrientes	1504	8,9	13,3	13,1	13,7	5,9	6,0	4,5	2,7	6,6	7,9	8,0	8,9
27	N	2107	12,3	Darjeeling, Indien	3052	0,6	1,0	1,8	3,2	5,6	20,1	26,0	22,0	14,3	5,1	0,2	0,1
27	N	169	26,0	Agra, Indien N. W.	650	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27	S	c. 20	21,4	Blumenau	1680	13	7	8	15	7	6	7	5	9	6	10	8
26	N	118	23,9	Goalpara, Indien	2384	0,4	0,6	1,6	6,5	14,1	26,6	19,5	13,9	12,1	4,5	0,3	0,6
26	S	100	23,3	Villa Formosa, Argentinien	1620	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26	N	98	22,9	Fort Brown, Texas	710	4	7	5	6	10	12	9	10	15	10	6	6
25½	N	93,5	25,4	Allahabad, Gangesthal	1050	2,0	1,2	1,3	0,6	1,0	10,5	31,0	25,4	20,0	6,0	0,6	0,4
25½	N	15	21,4	Kelung, Formosa	3050	18,7	9,9	8,9	9,6	9,9	3,7	3,1	7,2	12,6	6,7	4,3	5,4
25½	N	54	25,4	Patna, Bengalen	1070	0,2	1,0	0,8	0,7	1,6	13	34	24	20	4	0,1	—
25½	N	81	—	Benares, Indien	1023	2,0	1,3	0,9	0,4	1,3	12,2	33,3	27,1	17,1	4,8	0,3	0,2
25½	N	261	26,1	Ihansi, Indien	890	1,6	0,7	1,2	0,4	0,6	11,2	38,3	28,3	15,0	2,0	—	0,5
25	N	15	25,2	Karatschi, Indien, Sind	190	8,4	3,2	2,3	—	1,2	2,6	38	27,4	10,5	1,2	1,2	2,6
25	N	—	—	Silhet, Indien	3925	0,3	1,0	3,0	9,0	13,8	20,9	17,0	15,8	12,7	5,5	0,9	—
25	N	1250	—	Cherapungi, Indien	12 526	0,2	0,6	1,8	6,3	10,4	23,5	26,5	16,1	11,4	2,8	0,5	—
				(ein einzelnes Jahr)	(22 990)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24½	N	142	26,6	Deesa, Indien, Gagerat	630	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	N	613	23,8	Hasaribag, Bengalen	1250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	S	*	?	Rainwork	663	14,8	11,1	13,8	5,5	5,5	7,0	3,4	5,6	4,5	6,7	10,9	11,7
23½	S	729	17,8	São Paulo, Brasilien	1500	25,3	14,5	9,2	7	4	4,3	2,5	1,7	6	4,9	7	13,6
23	S	*	23,6	Rio de Janeiro	1210	11	11	10	12	7	10	3	3	6	7	8	12
23	N	412	—	Jubbulpoor, Indien	1327	1,2	1,0	0,9	0,5	0,8	14,9	33,1	26,8	16,3	2,7	0,5	0,4
22¾	N	555	—	Indore, Indien	965	0,8	0,9	—	0,2	0,8	15,9	29,8	26,3	22,4	1,7	—	0,4
22½	N	6	25,4	Kalkutta	1660	0,7	1,0	1,9	3	8	18	20	22	16	8	1,0	0,4
22½	N	17	21,5	Hongkong	2140	0,7	2	3	6	14	18	14	14	16	7	4	1,1

Breitengrad		Höhe über dem Meere m	Mittlere Jahrestemperatur ° Cels.	Ort oder Gegend zwischen 35° und 0° (zusammengestellt nach Woeikoff, Hann, Supan und andern verläfslichen Autoren)	Regenmenge und Verteilung in % **												
					Summa mm	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
22½	N	—	—	Chittagong, Indien	2626	0,5	1,3	1,4	4,8	7,3	21,2	21,3	20,7	13,3	5,9	1,4	0,4
22	N	*	25,3	Cuba	1180	6	3	5	5	8	14	7	8	13	15	10	6
22	N	—	—	Macao, Indien	1755	0,9	2,3	3,0	6,6	17,4	15,5	10,4	14,5	15,3	8,8	3,5	1,6
21	N	312	25,9	Nagpur, Indien	1111	1,5	1,0	1,4	1,2	18,2	19,6	2,9	29,6	17,1	4,9	0,7	0,9
21	N	*	?	Waikiki, Sandwich-Inseln	1131	9,8	11,6	9,2	9,5	11,3	3,7	3,5	2,5	3,9	4,2	8,8	21,9
21	S	61	22,8	Mackay, Indien	1913	20,0	18,1	20,5	9,7	5,9	3,6	3,0	1,3	1,5	3,2	3,6	10,0
20½	N	24	27,1	Cuttak, Indien	1420	0,8	0,7	1,7	2,8	5,0	17,2	21,7	19,6	16,7	11,1	1,8	0,9
20	S	*	25,0	Port Louis, Ostafrika	970	15,1	30,9	13,4	8,2	5,5	3,9	2,1	3,9	1,1	1,9	4,3	9,7
20	N	—	26,1	Akyab, Indien	5028	—	—	0,3	0,8	6,0	27,0	25,8	19,0	11,9	6,8	1,9	0,2
20	N	*	25,1	Cluny, Mauritius	3730	14	13	14	13	6	6	5	6	3	4	5	11
20	N	—	?	Chanda, Centralindien	1280	0,7	0,7	1,2	0,6	0,9	16	31	26	18	3,0	1,2	0,6
19	N	929	20,5	Östl. Mexiko, Kordoba	2870	2,1	1,6	3	3	6	18	16	14	18	11	4	3
19	N	1097	20,1	Mirador	2130	1,8	1,5	2,9	3,2	7,2	19,2	16,3	14,8	17,0	9,7	4,1	2,6
				St. Louis	1080	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19	N	2390	16,3	Stadt Mexiko	580	1,1	0,6	1,0	1,6	4	8	16	17	22	17	9	3
19	N	11	26,5	Bombay	1920	0,4	—	—	0,1	0,7	28	33	21	14	2	0,5	0,1
19	N	2170	15,6	Puebla, Mexiko	935	1	1,2	2	1,2	10,3	16	19	25	16	6	1,9	1
19	N	1097	20,1	Mirador, Mexiko	2132	1,8	1,5	2,9	3,2	7,2	19,2	16,3	14,8	17,0	9,7	4,1	2,6
18½	N	536	25,3	Puna, Dekanplateau	750	0,8	0,2	0,8	3	6	21	24	18	11	13	1,8	1,0
18½	N	*	?	St. Thomas	970	6	3	5	5	8	14	7	8	13	15	10	6
18½	N	50	25,9	Port au Prince	1555	2,1	3,9	5,8	15,6	20,4	7,4	6,7	9,0	10,0	10,5	6,5	2,5
18½	N	—	?	Sandsway, Indien	5393	—	—	—	0,4	6,9	25,2	27,4	22,4	11,1	5,8	1,2	—
18	N	25	26,3	Porto Rico	1550	5	5	5	6	10	9	11	10	9	10	11	8
18	S	*	25,90	Fidschi-Ins. Levuka und Suka	2630	11	11	13	11	6	5	4	7	5	7	10	10
18	N	*	?	Bimlipatam, Indien	791	1,1	2,0	0,5	0,8	6,3	10,3	11,4	12,4	20,5	26,1	4,4	4,1
18	N	1384	?	Malabaleschwar, Indien	6460	0,2	—	0,2	0,4	0,6	18,2	37,6	28,1	12,2	2,0	0,4	0,1

17¾	N	*	?	Santa Cruz, Central-Amerika	1133	4,7	3,4	4,7	6,1	9,2	8,3	7,0	9,9	13,9	16,9	9,6	6,6
17½	N	545	?	Hyderabad, Indien	710	1,1	0,9	2,9	2,4	5,4	12,5	20,7	20,4	17,2	12,4	2,3	0,7
17½	S	2208	17,5	Cochabamba, Bolivien	540	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17½	N	290	22,1	Jamaika	1450—2000	6	3	5	5	8	14	7	8	13	15	10	6
17½	S	*	24,8	Tahiti-Insel, Papeiti	2180	15	14	17	10	9	2	1,3	1,2	3	4	10	14
17	S	9	?	Vuna, Fidschi-Inseln	3370	7	9	7,4	10	5	10	6	12	6	10	6	9
17	S	172	?	Qara Valu, Fidschi-Inseln	6270	9	7	15	13	4	10	5	13	6	8	7,4	7
16½	S	23	26,2	Delanassau, Fidschi-Inseln	2720	23	15	18	8,4	4,4	2,2	1,8	3,7	2,9	6	3	7,7
16½	N	—	?	Moulmein, Indien	4797	—	—	—	1,6	10,7	20,3	22,1	22,4	16,4	4,4	0,7	—
16	S	12	21,3	St. Helena, Jamestown	135	6	10	16	6	11	11	19	9	5	3	1,5	3
16	N	*	23,2	St. Louis, Senegal	420	0,7	1,0	—	—	0,1	3	17	55	20	3	0,6	—
15½	N	10	30,1	Massaua	110	5,5	15,5	18	1,0	11,8	—	—	—	8,2	—	10	30
15	N	443	26,9	Bellary, Dekanplateau	450	0,5	0,2	3,6	4,7	10,9	10,7	8,2	12,4	21,1	21,8	3,6	1,8
15	N	*	24,5	Praia Santiago, West-Afrika	323	—	—	—	—	—	—	3,7	32,2	42,5	15,3	0,1	5,6
			23,8														
14¾	N	*	—	Gorée, West-Afrika	532	—	0,4	—	—	—	4,0	19,4	52,5	22,3	1,3	0,6	—
14	—	?	18,6	Tavoy, Indien	4950	—	0,3	0,3	2,1	9,1	19,9	22,4	21,3	17,9	5,5	1,2	—
14½	N	1480	26,1	Guatemala	1410	0,5	0,3	1,5	5,3	10,0	19,9	19,4	16,2	16,1	13,0	0,9	0,6
14½	N	33	26,7	Manila	1700	1,3	1,4	0,8	1,7	4	13	14	23	21	12	7	1,3
13½	N	*	22,7	Bangkok, Siam	1480	0,2	1,0	1,8	6	16	13	13	11	21	13	4	0,1
13	N	908	—	Bangalore, Plateau von Dekan	910	0,7	0,5	2	8	13	9	9	8	12	24	10	3
13	N	?	27,8	Barbados	1470	6	5	3	4	6	9	10	13	11	15	12	8
13	N	6	27,3	Madras	1240	1,9	1,2	0,3	3	5	3	5	8	8	20	29	16
13	N	45	—	Aden	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	S	*	?	Bahia und Umgebung	2290	3	4	8	18	15	14	12	6	4	5	7	4
13	N	*	28,2	Malbarküste, Indien (Mangaldre)	3425	0,1	—	0,1	1,7	6,3	29,4	27,8	17,4	8,6	6,4	1,1	0,7
12½	S	*	?	Port Darvin, Australien	1583	24,0	18,6	20,6	7,7	1,3	—	—	—	0,3	4,0	5,6	18,4
12½	N	766	27,2	Mysore, Indien	698	0,3	0,6	2,4	8,4	18,8	6,7	8,4	11,0	14,4	22,1	5,4	1,4
11¾	N	*	27,0	Port Blair, Andamanen	2969	0,8	1,5	0,2	1,9	14,2	15,6	14,3	13,9	15,9	10,9	6,9	3,9
11½	N	2014	11,5	Dodabetta Peak, Indien	2010	2,2	1,0	2,5	7,5	7,9	8,5	15	15,9	15	10,9	10,4	4,0
11	N	15(?)	27,2	Saigon, Cochinchina	1641	0,4	0,2	0,5	3,5	8,0	12,4	12,3	13,7	21,2	14,8	8,8	5,0
10½	S	927	21,8	Caracas, Venezuela	790	1,1	1,0	1,0	3,3	7,0	14,7	12,9	11,6	17,2	16,2	8,4	3,3

Breitengrad		Höhe über dem Meere m	Mittlere Jahres-temperatur ° Cels.	Ort oder Gegend zwischen 35° und 0° (zusammengestellt nach Woeikoff, Hann, Supan und andern verläfslichen Autoren)	Regenmenge und Verteilung in %** Summa mm	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember
10½	N	26	25,5	St. Anns, Trinidad	1700	4	2	2	3	8	11	13	16	11	11	10	9
10	N	*	—	Malbarküste, Indien (Kochin)	2120	0,6	0,5	1,1	4	9	30	24	11	7	9	3	1,7
9½	N	3	27,4	Jaffna, Nord-Ceylon.	1215	4,2	2,8	2,8	4,6	4,4	0,9	1,1	2,6	5,4	18,6	30,9	21,7
9½	N	*	26,2	Aspinwall	1700	0,7	1,2	2,4	4,2	11,4	11,8	11,4	10,2	11,2	14,2	17,3	4,1
9½	S	321	26,8	S. Anna do Sobradinho, Brasilien	373	20,9	10,7	39,7	3	1,3	1,9	0,3	—	3,2	10,2	3	5,9
9	N	*	?	Panama	791	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	N	60	22,8	Loanda, West-Afrika	320	11	8	17	23	5	—	—	—	0,3	2	22	12
8¾	S	229	23,7	Colonia Isabel	1040	3,5	4,5	7,5	14	19	14,5	15	12	4,8	1,8	1,6	2,5
8½	N	*	26,8	Sierra Leone	3531	0,4	0,2	0,5	2,3	6,0	10,4	18,3	20,3	21,3	16,1	3,6	1,0
8	N	—	26,7	Naucowry, Indien	2578	3,1	1,2	2,6	6,7	9,8	13,8	10,8	11,6	10,8	13,0	8,4	8,3
8	N	*	—	Südspitze Indiens	490	6	3	4	8	3	2	1,1	1,7	2	21	37	11
8	S	3	26,5	Pernambuco	2750	6	4	9	17	15	17	14	9	4	2	1	2
8	S	161	25,1	Victoria, Brasilien	1050	8,2	5,3	9,7	15	12	14	16	9,9	5	1	2,1	2,8
7¾	N	6	27,8	Batticaloa, Ost-Ceylon	1485	15,4	4,8	5,5	3,2	2,4	1,9	1,5	5,8	3,8	8,7	22,8	23,8
7	N	1858	—	Nuwara Eliya, Ceylon	2510	6,5	2,3	2,9	6,4	9,0	16,4	12,4	7,2	10,6	10,2	9,8	6,8
7	N	3	27,1	Colombo, West-Ceylon	2220	3,6	2,1	6	10,5	15	8,6	6	5,4	5,5	14	15	7,7
7	S	*	—	Surabaja, Java	1790	22	18	12	8	5	7	3	1,4	0,5	2	4	16
7		*	26,4	Georgetown, Guyana	2415	7,2	6,1	7,7	7,7	14,8	14,7	11,3	7,8	2,7	2,6	6,0	11,2
6	N	*	27,1	Surinam, Guyana	2280	6	5	10	11	12	15	9	9	3	4	5	11
6½	S	280	25,0	Buitenzorg, Java	4456	10,6	10,2	10,0	8,3	8,6	6,7	7,1	5,8	7,8	8,6	7,7	8,8
6	S	7	25,8	Batavia, Java	1900	10	9	10	10	7	7	5	5	6	9	12	9
6	N	12	26,4	Galle, Süd-Ceylon	2300	4	3	6	10	14	9	6	6	7	14	14	7
—	N	—	—	Ost-Ceylon	1180	12	5	4	2,7	3	2,7	2,5	6	6	11	22	23

6	N	580	22,7	San Salvador	990	6	12	13.3	27.3	8,8	0,8	—	—	—	4,0	19,6	7,8
6	N	1509	21,4	Columbia, Süd-Amerika	1600	3	4	8	11	12	10,5	7	8	10	12	9	4,3
5½	S	*	26,2	Kaiser Wilhelms-Land (Maclay-küste)	2400	16	11	5	5	6	6	7	7	8	9	12	8
5	N	*	26,8	Cayenne	3515	10,5	11,4	15,0	15.2	16,7	11,7	4,2	1,3	0,5	1,1	2,2	9,4
5	S	*	—	Celebes, S. W. Penkadgene	4130	25	16	12	5	3	4	2,2	0,8	0,7	0,3	5	23
5	N	*	24,4	Tschintschotscho, Loango-Küste	1080	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	S	*	26,7	Zanzibar	2500	3	3	7	19	24	7	6	15	4	8	7	7
5	N	—	—	Sumatra, Ajeh	1750	7	3	6	7	11	5	6	9	11	10	14	10
4½	S	3	26,0	Kaiser Wilhelms-Land (Hatzfeld-haven)	2200(?)	8	17	3	13	10	4	8	0,6	7	7	10	13
4	S	*	?	Mombas, Ostafrika	1418	2,8	3,0	6,1	13.9	22,0	8,7	9,5	7,6	5,4	8,7	10,1	3,4
5—3	N	*	26,5	Goldküste	?	1,5	6	8	12	16	14	5	7	11	10	7	2
4	S	*	26,3	Amboina, Molukken	4020	5	2	3	9	12	19	17	16	6	5	3	3
4	S	*	—	Ceara, Brasilien	1490	5	13	21	24	18	9	3	1,1	0,9	1	1	3
4	S	*	—	Sumatra, S. O.	2130	11	9	10	9	7	5	4	4	5	10	11	15
3¾	N	2	25,6	Fernando Po	2557	1,0	3,6	9,0	8,0	8,3	10,9	6,3	11,0	16,0	15,3	8,7	1,0
2	S	*	—	Para, Brasilien	1790	9	15	16	17	14	8	5	4	3	1	4	3
1	S	*	26,6	Sumatra, Padang	4700	10	9	11	8	8	5	4	7	7	9	9	12
1	S	*	27,8	Singapore, Hinterindien	2330	8	7	7	7	7	8	7	10	8	8	12	11
1	S	*	26,6	Padang, Sumatra	4734	6,7	5,5	8,0	8,2	7,6	5,8	7,7	7,8	9,5	11,9	10.3	11,1
½	N	*	25,4	St. Thomé	1060	10,0	11,4	17,4	10,9	12,2	2,1	—	1,3	1,8	11,9	14,2	7,4
½	N	*	25,3	Gabun	2260	8	11	16	14	10	1	—	0,5	2	12	17	9
				Orte aus Deutschland zum Vergleich!													
51½		91	9,0	Mittl. Deutschland, Halle a. S.	484	4,8	4,5	6,8	6,8	9	15	15	10	6,4	7,7	6,5	7,5
51½		119	8,5	Leipzig	540	6	6	7	7	9	11	12	11	7	8	8	8
54½		23	6,6	Ostseeländer, Königsberg	610	6	5	6	6	8	11	13	12	9	8	8	8

* bedeutet: nicht sicher bekannt, jedenfalls aber sehr gering.

** In einigen Angaben stimmte die Addition der monatlichen Prozentmengen nicht genau mit 100. Leider konnten diese Rechenfehler nicht immer korrigiert werden, da das Quellenmaterial nicht immer zu ermitteln war. Die kleinen Irrungen sind indessen bedeutungslos für unsere Betrachtungen.

Die fettgedruckten Zahlen kennzeichnen die Regenmonate.

Tschintschotscho schwankten z. B. während zehn Jahren, nach Ermittelungen von Peschuël-Lösche, die jährlichen Niederschläge zwischen 200 und 1578 mm, worauf wir später noch einmal näher eingehen werden.

Übrigens sind jene Regenmengen, welche ich für Deutschland aufführte, nicht mafsgebend für die Niederschlagsverhältnisse der ganzen gemäfsigten Zone nördlich des 35. Grades. Ich will das nicht für die einzelnen Länder dieser Zone belegen, sondern nur darauf verweisen, dafs es, wenn auch sehr vereinzelt, auch innerhalb dieser gemäfsigten Zone Distrikte giebt, die mit verhältnismäfsig sehr hohen Niederschlagsmengen versehen sind. So zeichnen sich namentlich an den westlichen Küstengebirgen Europas und am Südrande der Alpen einige Orte ganz besonders durch hohe jährliche Regenmengen aus[1]. Dommesten in Norwegen weist 1950 mm jährliche Regenmenge auf, Santiago in Spanien 1730 mm, Tolmezzo in Friaul 2350 mm und Styepass in Schottland sogar 4810 mm. In der europäischen Westhälfte, wo die Terraingestaltung so mannigfaltig, wechselt die Regenhöhe auf kurze Distanzen auffällig, aber sie ist hier im Durchschnitt — abgesehen von der Ostseite Spaniens — durchweg höher als im östlichen Europa und beträgt fast allgemein über 500 mm pro Jahr.

Wir wenden uns jetzt den Verhältnissen in den Tropen und Subtropen zu.

Wenn wir von jenen nahezu absolut regenlosen Gegenden in den Wüstenregionen der Tropen und Subtropen absehen, welche ich von dieser Betrachtung glaubte ausschliefsen zu dürfen, so schwankt die Regenmenge jener auf Tabelle III aufgeführten 160 Orte vom 35° N und S bis zum Äquator von 40 mm Regenfall pro Jahr bis zu 22 990 mm. Die Tabelle zeigt auf den ersten Blick, dafs die Lage eines Ortes nach geographischen Breitengraden in speciellen Fällen in gar keiner Beziehung zu seiner Regenmenge steht. Zwar ist deutlich zu erkennen, dafs durchweg die Subtropen geringere Mengen Niederschläge besitzen als die Tropen zwischen den Wendekreisen. Im allgemeinen pflegt die Menge der jährlichen Niederschläge mit der Annäherung an den Äquator zuzunehmen, aber die Regenmenge in Kelung, Formosa, (3050 mm pro Jahr) auf dem $25^{1}/_{2}°$ S. Br., auf den Fidschiinseln (bis zu 6270 mm pro Jahr) ca. 18° S. Br. und vornehmlich die Wassermassen, welche auf der Südseite des Khassia-Gebirges, der regenreichsten Gegend unseres Planeten, in Cherapungi auf dem ca. 25° N. Br. alljährlich niederfallen (bis zu 23 m), beweisen, dafs regionale und lokale Einwirkungen die geographische Breitenlage vollständig verwischen. Hier-

[1] A. Supan, Grundzüge der physischen Erdkunde. S. 94.

für möchte ich auch als sehr interessantes Beispiel die Insel Ceylon geltend machen, deren Regenmengen an den verschiedenen Küstenseiten aufserordentlich wechseln, wie Tabelle II darthut. Ein noch lehrreicheres und markanteres Beispiel bietet Java. Im westlichen Teile dieser Insel, südlich von Batavia, wächst innerhalb weniger Kilometer die Regenmenge ganz aufserordentlich — ebenso ändert sich auch ihre Monatsverteilung —, trotzdem die Höhe der Beobachtungsorte wenig verschieden ist und selbst Buitenzorg noch auf derselben Seite der Gebirge liegt. Es betrug die Regenmenge nach sechsjährigen Beobachtungen[1]:

Java.

Abstand von der Küste km	Ort	Regenmenge mm
7	Batavia	1950
17	Passar Mingo	2150
33	Depok	3000
43	Bodjong Gedeh	3680
58	Buitenzorg	4820

Unterschiede dieser Art finden sich nun zwar auf gebirgigen Inseln und in den ausgesprochenen Regionen regenbringender Winde häufiger und auch gröfser als auf Kontinenten, indessen beweist auch das langgestreckte Küstenland Chiles, wie sehr die Verteilung der Niederschläge auf verhältnismäfsig beschränkten Flächen und unter äufserlich mehr oder minder gleichgearteten orographischen Verhältnissen[2] wechselt.

In Copiapó 27,0° S fällt 8 mm Regen pro Jahr,
- Serena 29,9° S - 40 - - - -
- Valparaiso 33,2° S - 340 - - - -
- Talca 35,4° S - 500 - - - -

und in Conception 36,8° S nicht weniger als 2370 mm; dabei liegen sämtliche Orte auf der Westseite der Andes, zumeist am Meere.

Diese Erscheinungen geben bei der agrikulturellen Beurteilung unkultivierter Gegenden die Lehre, dafs es unter Umständen zu grundfalscher Auffassung über dieselben verleiten kann, wenn man lokalen

[1] Woeikoff, Die Klimate der Erde. II. Teil. S. 399.
[2] Supan, Grundzüge der physischen Erdkunde. S. 98.

Ermittlungen allgemeine regionale Bedeutung beilegt, ohne dafür genügenden Anhalt zu haben. So werden wohl zweifellos in Ostafrika die grofsen Seengebiete, sowie die herrschenden Windrichtungen regional und lokal die verschiedenartigsten Niederschlagsmengen in den den Seen umliegenden Ländern verursachen, und es könnte zu grofsen Irrtümern Veranlassung geben, eine zufällig und einmal in einem Jahre beobachtete Regenmenge auf das ganze grofse deutsche ostafrikanische Gebiet übertragen zu wollen.

Ich komme nun auf einen andern sehr wichtigen Punkt zu sprechen, von dem später noch einmal bei der Behandlung der Unfruchtbarkeit der Lateritböden die Rede sein wird, die Ungleichheit der Niederschlagsmengen in den Tropen und Subtropen in den einzelnen Jahrgängen.

Selbst in Funchal auf Madeira, wo man doch auf Grund der insularen Lage und der Gleichmäfsigkeit der Temperatur auf einen recht gleichmäfsigen alljährlichen Regenfall zu schliefsen geneigt sein könnte, liegen die auffallendsten Differenzen der jährlichen Niederschlagsmengen vor. Das Jahresmittel des Niederschlages beziffert sich nach Langerhans[1] von 1865—1883 auf 651 mm und die Zahl der Regentage beträgt im Mittel pro Jahr ca. 76. Es brachte indessen das Jahr 1867 eine Regenmenge von 1248 mm und das folgende Jahr 1868 die niedrigste von nur 329 mm. Das sind doch für insulare Verhältnisse in der That ganz auffällige Verschiedenheiten! Auch die Zahl der Regentage ist grofsem Wechsel unterworfen, 1852 betrug sie daselbst 113, 1882 nur 39[2]. Die Tabelle II bietet hier noch einige interessante Daten, auf welche verwiesen sein mag.

Regionen, in denen nun die jährlichen Niederschlagsmengen niemals unter 1500—1600 mm sinken, wie sie ja im engern Tropengürtel zahlreich anzutreffen sind, bieten der Agrikultur gemeiniglich eine stets gesicherte Basis; wo aber jährliche Schwankungen von 200 bis 1500 mm vorliegen, wie z. B. an der Loangoküste[3], oder wenn auch nicht ganz so hohe, wie sie sehr häufig in den Subtropen vorkommen, da ist die Aussicht auf eine gesicherte Agrikultur sowohl für Ackerbau wie auch Viehzucht häufig eine recht beschränkte, und umfangreiche Bewässerungsanlagen bieten hier das einzige Schutzmittel gegen totale Mifsernten. In allen diesen Fällen entscheidet indessen

[1] Langerhans, Handbuch für Madeira. S. 96 u. 97.

[2] Langerhans, Handbuch für Madeira. S. 99.

[3] Güfsfeldt, Falkenstein, Peschuël-Lösche, Die Loangoexpedition. Leipzig 1882. III. Teil. S. 80.

gemeiniglich nur die lokale langjährige Untersuchung definitiv über den agrikulturellen Wert einer Gegend. Allgemeine, die Ursachen der jährlichen Niederschlagsmengen in Betracht ziehende Untersuchungen bieten zwar recht wertvolle Anhaltepunkte, sie sind aber bis heute noch nicht im stande, besonders zuverlässige Angaben in jedem einzelnen Falle zu liefern.

Was die Heftigkeit der Niederschläge und somit die Menge derselben pro Stunde, Tag und auch Monat betrifft, so liegen hier natürlich die gröfsten Mannigfaltigkeiten vor. Derartig still herabrieselnde Regen, die man in der heimischen Landwirtschaft mit dem allgemein bekannten Namen eines „Landregens" zu belegen pflegt, und welche im Laufe des Tages eine Regenmenge von ca. 25 mm zur Erde bringen, giebt es in den Tropen und Subtropen kaum. Und das ist ja auch bei dem höheren absoluten Feuchtigkeitsgehalt der tropischen Atmosphäre wohl verständlich! Selbst die heimischen Gewitter- und Platzregen geben nur einen schwachen Begriff von den ungeheuren Wassermassen, welche binnen wenigen Stunden häufig in den Tropenzonen herunterprasseln. Liefert in Deutschland ein Platzregen einmal in einigen Stunden über 30 mm Regen, so ist das — wenn nicht gerade ein Wolkenbruch vorliegt — schon sehr beträchtlich; aber was will diese Menge bedeuten gegen die Erscheinungen, welche auf der Loango-Expedition notiert sind, und wie sie häufig namentlich in der äquatorialen Tropenzone zu beobachten sind? Peschuël-Lösche berichtet, dafs einmal innerhalb fünf Minuten 15,8 mm Regen gefallen und in einer Stunde einmal 80 mm gemessen worden sind. Das letztere ist eine Regenmenge, welche man in der norddeutschen Niederung verhältnismäfsig selten einmal pro Monat beobachtet, und für welche in derselben, wenn sie in einer Stunde herniederkäme, kaum die genügenden Abflufswege vorhanden wären. Regenmengen von 300 — sogar 400 — mm pro 24 Stunden kann man in den Tropenzonen noch nicht als besonders abnorm betrachten, sie sind mehrfach beobachtet worden, so auf den Fidschi-Inseln[1], auf Ceylon, häufig in Indien und in dem so regenreichen malayischen Archipel. In Cherapungi fielen sogar einmal pro 24 Stunden 1036 mm; in 15 Jahren gab es daselbst 14 einzelne Tage, in welchen mehr als 508 mm Regen pro Tag fiel. Doch das sind immerhin ganz extreme Verhältnisse, welche nirgend auf der Erde ein Analogon finden dürften! Regenmengen indessen von 1000 mm pro Monat kommen häufiger

[1] Meteorologische Zeitschrift 1882. S. 364. — Woeikoff, Die Klimate der Erde. I. Teil. S. 28.

vor, und fast alle Orte, welche über 4000 mm Regenmenge mit ungleicher Verteilung auf die einzelnen Monate aufweisen, liefern dafür Beispiele, wie auf Tabelle III zu erkennen ist. Diese Beispiele zeigen, dafs der tropische Landwirt unter Umständen viele Mühe und Last mit überreichem Regensegen in der Einheimsung und Verarbeitung der Ernteprodukte haben kann. Seine Kulturen wie sein Leben sind ferner diesen Naturgewalten gegenüber häufig auf das äufserste gefährdet. Und ist der heimische Landwirt um das Erfrieren der Winterfelder und das Verregnen der reifen Erntefelder manchmal in Sorgen, so sind die Sorgen des tropischen Plantagenbesitzers in Bezug auf Schädigungen durch allzugrofse Nässe oder Dürre nicht minder gering.

Die Verteilung der Regenmenge auf die einzelnen Monate unterliegt den gröfsten Verschiedenheiten, auf deren Veranlassung ich hier um so weniger eingehen kann, als dieselben recht mannigfaltige und auch vielfach noch unerklärte sind. Es giebt sowohl in den Subtropen wie auch den eigentlichen Tropen Orte, die während des ganzen Jahres eine monatlich gerade nicht sehr differierende Niederschlagsmenge aufweisen, dann wieder andere, wo die Niederschläge sich in der Hauptsache auf wenige Monate koncentrieren, während der übrige Teil des Jahres mehr oder minder unter der gröfsten Trocknis leidet. Häufig genug fällt in solchen Trockenzeiten nicht ein Tropfen Regen und die Vegetation pflegt in solchen Fällen vollständig abzusterben. Dort, wo sich die Regenperiode in der Hauptsache auf wenige Monate zusammendrängt, treffen wir sie am häufigsten an um jene Zeit, wenn die Sonne im Zenith steht oder demselben am nächsten ist, analog den Erscheinungen in Deutschland. Das ist aber durchaus nicht allgemeine Regel. Einige Regionen und zumal solche, welche die Sonne alljährlich nach mehr gleichmäfsigen Intervallen im Zenith haben, zeigen auch wohl zwei deutlich erkennbare Regenperioden in demselben Jahre. Dieselben bieten natürlich der Agrikultur aus wohl verständlichen Gründen zumeist gröfsere Vorteile als eine einzige, und auch als bei gleicher Verteilung der Niederschlagsmengen durch das ganze Jahr vorhanden.

Tabelle III mit der prozentischen Verteilung des Regens auf die einzelnen Monate bietet für das soeben Gesagte die Beläge. Ich will indessen nicht versäumen, auf einige interessante Beispiele besonders aufmerksam zu machen.

Eine ziemlich gleichmäfsige Verteilung des Regens über das ganze Jahr findet sich z. B. in den Subtropen in Buenos Ayres und am untern Mississippi, im engern Tropengürtel in Singapore und Buitenzorg, an welch letzteren Orten fast kein Tag ohne Regen vergehen soll.

Gegenden mit ausgesprochener Regenzeit finden sich namentlich in den Subtropen und insbesondere scharf abgegrenzt in den Wüsten und auf den Hochplateaus, sowie deren Rändern, indessen auch in Küstenländern. Hierbei sei auf die Orte verwiesen, welche auf dem 32.° und 31.° N. Br. gelegen sind: Jerusalem, Alexandria, Shanghai und Maltan. Die beiden ersteren haben ausgesprochene und auf das markanteste geschiedene Trocken- und Regenzeiten. Die Regenperiode fällt in die vier Wintermonate der nördlichen Erdhälfte und liefert 73 bezw. 85 % der gesamten Niederschlagsmengen. In Shanghai und Maltan fällt die Regenzeit in die Sommermonate der nördlichen Erdhälfte mit in beiden Fällen 51 % der gesamten Niederschlagsmengen. In Maltan ist jedoch auch der Frühling, insbesondere der Märzmonat, reich an Regen. Auf der südlichen Erdhälfte und insbesondere um den Wendekreis des Steinbocks pflegen die Regenzeiten in die Mitte des Jahres oder den dortigen astronomischen Winter zu fallen; es zeigen indessen Australien und Argentinien mannigfache Ausnahmen dieser Regel.

Zwei deutlich erkennbare Regenperioden giebt es z. B. in Galle auf Süd-Ceylon und vornehmlich in San Salvador, ebenso auch unter dem Äquator am Gabun, und in St. Paul Loanda, sowie auch wohl in Zanzibar. Auch Biskra in Nordafrika läfst sie erkennen.

Aus der Zusammenstellung ist ferner zu ersehen, wie aufserordentlich verschieden die Dauer der Regenzeiten in den einzelnen Tropenregionen ist. Bald beschränkt sich dieselbe auf 2—3 Monate, meistens nimmt sie 4 in Anspruch, oft jedoch währt sie ½ Jahr und in der Niederung des Amazonenstromes sogar 9 Monate und darüber. Geben nun auch wohl im allgemeinen die Niederschlagsverhältnisse in Rücksicht auf die Mengen eine Grundlage für die Aufstellung verschiedener Regenprovinzen über den ganzen Erdball, unabhängig von geographischen und astronomischen Gesichtspunkten, so bieten sich doch auch innerhalb solcher die mannigfachsten Verschiedenheiten. So ist selbst auf so kleinen Flächen wie Java und Ceylon aufser der jährlichen Menge der Niederschläge auch die Verteilung der Niederschlagsmengen der einzelnen Monate auf räumlich nur wenige geographische Meilen voneinander entfernte Orte schon eine recht verschiedene. An dem einen Orte ist es dort der Januar, an dem andern der November, welcher regelmäfsig die gröfste Regenmenge aufweist.

Im allgemeinen hängt nach Hann[1] der Eintritt der Regenzeit in den Tropen mit dem zeitweiligen oder gänzlichen Aufhören des sonst konstant wehenden Passates oder mit dem Eintreten des

[1] Hann, Handbuch der Klimatologie. S. 392.

Sommermonsuns zusammen. Dieses Ereignis pflegt mit dem Eintritt des höchsten Sonnenstandes zusammenzufallen. Die Tropenregen sind daher zumeist oder doch recht häufig Sommerregen. Da nun mit Eintritt der heftigen Regen und der sie begleitenden starken Bewölkung, der Abnahme der Insolation und Zunahme der Verdunstung meist die Temperatur zu sinken beginnt, so wird in manchen Tropenländern die Regenzeit geradezu als Winter bezeichnet, als Zeit schlechten Wetters und mangelnden Sonnenscheins. Diese Ausdrucksweise ist wohl zu unterscheiden von der des astronomischen Winters, welcher sich auf den Stand der Sonne bezieht. Landwirtschaftswissenschaftlich sollte man es vermeiden, in Tropenländern wie in den Subtropen von Winter und Sommer zu reden, und das um so mehr, als die subtropische Agrikultur in jenen Regionen abschliefst, deren untere Temperatur-Extreme nicht unter 0° sinken. Man thut besser und vermeidet Irrtümer, wenn man die Jahreszeiten der zwischen 35° und 0° gelegenen Regionen mit tropischem und subtropischem Klima als Trockenzeiten und Regenzeiten bezeichnet, damit ist pflanzenphysiologisch und betriebswirtschaftlich annähernd dasselbe besagt, was in der heimischen Landwirtschaft durch Winter und Sommer ausgedrückt wird, zwar mit dem Unterschiede, dafs in den Tropenländern die agrikulturelle Vegetation nicht in der Regenzeit, wohl aber in der Trockenzeit eine Unterbrechung zu erleiden vermag.

Was nun schliefslich die Wertschätzung tropischer und subtropischer Ländereien ausschliefslich auf Grund ihrer Niederschlagsmengen in Bezug auf die tropische und subtropische Agrikultur betrifft, so dürfte wohl folgende Klassifikation Anspruch auf Beachtung verdienen.

I. Jährliche Regenmenge bis 250 mm; erwerbsmäfsige Viehzucht und Pflanzenproduktion ohne künstliche Bewässerung vollständig ausgeschlossen.

II. Jährliche Regenmenge 250—500 mm; erwerbsmäfsige Viehzucht unter Umständen möglich. Erwerbsmäfsige Pflanzenproduktion ohne künstliche Bewässerung nahezu vollständig ausgeschlossen (einige wenige Ausnahmen liegen in Australien und in Centralamerika vor).

III. Jährliche Regenmenge 500—1000 mm; erwerbsmäfsiger Ackerbau und Viehzucht nicht ausgeschlossen, doch ohne künstliche Bewässerung sehr beschränkt und unsicher.

IV. Jährliche Regenmenge 1000—2000 mm; günstig für Ackerbau und Viehzucht, doch unter Umständen künstliche Bewässerung durchaus erforderlich.

V. Jährliche Regenmenge 2000—3000 mm; günstig für Ackerbau und Viehzucht; künstliche Bewässerung zumeist entbehrlich.

VI. Jährliche Regenmenge 3000—5000 mm; wenn nicht auf 3—4 Monate koncentriert, sehr günstig für Ackerbau, reichlich für Viehzucht. Künstliche Bewässerung vollständig entbehrlich, wenn die Niederschläge gleichmäfsig auf das ganze Jahr oder auf zwei Regenperioden verteilt sind.

VII. Jährliche Regenmenge über 5000 mm; überreichlich für Viehzucht, auch für erwerbsmäfsigen Ackerbau meist sehr reichlich, selbst wenn die Niederschläge über das ganze Jahr oder auf zwei Perioden verteilt sind, häufig gefahrvoll für die Viehzucht und die Kulturen.

Ich habe hier absichtlich das Wort „erwerbsmäfsig" einige Male gebraucht, um durch dasselbe denjenigen Standpunkt anzudeuten, den in Rücksicht auf landwirtschaftlichen Betrieb ein deutscher Kolonist oder Kapitalist bei agrikulturellen Anlagen in den afrikanischen Kolonieen vertritt. Ackerbau und Viehzucht wird ja auch in manchen Gebieten betrieben, welche ohne Bewässerungsanlage nur 500 mm oder auch weit über 5000 mm alljährliche Regenmenge aufweisen. Aber alles, was in solchen Regionen produziert wird, reicht im ersteren Falle meist kaum dazu aus, die bescheidenen Existenzansprüche einer dünnen einheimischen Bevölkerung zu befriedigen. — Ein Land, das in Ermangelung genügender Niederschläge und bei der Unmöglichkeit der Anlage von jederzeit sicher funktionierenden Bewässerungen kaum vor dem Verhungern Rat zu schaffen weifs, fällt vom erwerbsmäfsigen und volkswirtschaftlichen Gesichtspunkt aus in die Kategorie eines agrikulturell unbrauchbaren Landes. — Im andern Falle, bei übermäfsigen massenhaften Niederschlagsmengen, wird die erwerbsmäfsige Landwirtschaft durch die grofsen Gefahren, welche massenhafte Niederschläge mit sich bringen, gegen welche nur selten sichere Hülfe zu schaffen ist, äufserst unsicher.

Aus der obigen Einteilung ergiebt sich, dafs diejenigen Gebiete, welche mit einer jährlichen Niederschlagsmenge von 2000—5000 mm gesegnet sind, der tropischen Agrikultur die günstigsten Aussichten auf Erfolg und Rentabilität bieten. Ich werde aber zum Schlufs dieses Buches in Kapitel IV, in welchem die Vegetationsansprüche der einzelnen tropischen Kulturpflanzen zusammengestellt werden, noch darauf verweisen, wie unterschiedlich die einzelnen Kulturgewächse in ihren Ansprüchen an Regen und Feuchtigkeitsverhältnisse und vor allem auch an die Jahresverteilung derselben sich verhalten, und es

ist daher die obige Einteilung der Niederschlagsmengen mit ihren Bemerkungen nicht receptmäfsig aufzufassen.

Die bisherigen Betrachtungen dieses Abschnittes bezogen sich nur auf die Masse der Niederschläge, ohne ihre Qualität, d. h. ihren Gehalt an Pflanzennährstoffen, vornehmlich Ammoniak und Salpetersäure, sowie den Gehalt an der den Boden aufschliefsenden Kohlensäure zu berücksichtigen. Nach dieser qualitativen Richtung bieten nun die Niederschläge, ebenso wie in quantitativer Beziehung, örtlich wie zeitlich aufserordentliche Verschiedenheiten, welche in der Düngerlehre der tropischen Agrikultur die gröfste Beachtung verdienen. Wir wollen diese Verhältnisse indessen nicht in diesem Abschnitt betrachten, sondern in einem späteren, welcher die Atmosphärilien behandelt, deren eingehende Kenntnis dieselben voraussetzen.

d. Die elektrischen Spannungen und Entladungen in der Atmosphäre der Tropen und Subtropen und ihre vegetative Bedeutung.

Die atmosphärische Elektricität spielt jedenfalls im Haushalte der Natur und bei dem Aufbau des pflanzlichen Organismus eine sehr gewichtige Rolle, es ist indessen die ganze Erscheinung ihrem Wesen nach noch in tiefes Dunkel gehüllt. Sowohl über ihre Entstehung wie über die Gründe ihrer Anspannung und die Veranlassung der elektrischen Entladungen herrschen bis heute noch mangelnde oder ungenügend erwiesene Theorieen. Auch die eingehende Untersuchung von L. Sohnke[1], welcher in der Reibung der Wassertröpfchen teils an Eisteilchen, teils an der Erdoberfläche den Ursprung der atmosphärischen Elektricität zu finden glaubt, dürfte wohl die Studien über diesen Gegenstand noch nicht zum Abschlufs gebracht haben.

Man ist aber infolge der geographischen und periodischen Verteilung der elektrischen Entladungen wohl berechtigt, diese als Begleitungserscheinungen des Kondensationsprozesses des Wasserdampfes zu betrachten. Die sich tagelang wiederholenden Nachmittagsgewitter in den Alpen, den Roky-Mountains, auf dem Plateau von Costa-Rica, in den blauen Bergen von Jamaika und in den Höhen Javas, sie alle stimmen in der täglichen Periodicität überein als eine Folge des mit den Tagwinden in die Höhe geführten Wasserdampfes, doch nur für den Sommer und für die Periode ruhigen feucht-heifsen Wetters. In ihrer allgemeinen Verbreitung nehmen die Gewitter ferner mit der Verteilung der Regenmengen auf den Parallel-

[1] L. Sohnke, Der Ursprung der Gewitterelektricität und gewöhnlichen Elektricität der Atmosphäre. Jena 1885.

kreisen ab, d. h. ihre Erscheinung tritt zurück mit der Entfernung der Breitenkreise vom Äquator.

Für die Pflanzenvegetation sind die elektrischen Entladungen von besonderer Bedeutung, weniger, weil die intensive Anregung zum vegetativen Wachstum nach einem jeden Gewitter der sogenannten Reinigung der Luft zu verdanken ist, sondern weil die Entladungen die Vermittler von atmosphärilischen Umsetzungen sind, deren Ergebnisse teils indirekt vermittelst der dieselben fast regelmäfsig begleitenden Niederschläge, teils auch wohl durch direkte Aufnahme dem Pflanzenleben zu gute kommen.

Die geringen Mengen Ozon, welche sich bei elektrischen Entladungen bilden, haben für die Vegetation nur eine sehr untergeordnete Bedeutung, aber sie tragen erwiesenermafsen dazu bei, aus dem Ammoniak der Atmosphäre Stickstoffsäuren entstehen zu lassen, welche zu Boden geschlagen und mit Basen vereint den Pflanzen leicht assimilierbare Nahrung bieten. Stickstoffsäuren gehen jedoch auch direkt aus den Elementen der Atmosphäre unter dem Einflufs des elektrischen Funkens hervor, und der Blitz ist daher die Veranlassung zur Entstehung solcher Verbindungen.

Bei diesen für die Vegetation so aufserordentlich wichtigen Erscheinungen ist daher die Häufigkeit der elektrischen Entladungen für die Agrikultur nicht unwesentlich.

Nach den Ermittelungen von G. Hellmann[1] finden in Norddeutschland alljährlich 12—16, in Mittel- und Süddeutschland im Durchschnitt der Jahre gegen 20 Gewitter statt, davon entfallen jedoch zuweilen mehrere auf einen Tag. In den meteorologischen Beobachtungen pflegt man gemeiniglich nur die Zahl der Tage zu berücksichtigen, an welchen Gewitter stattgefunden, indessen werden obige Zahlen in Rücksicht hierauf nur unbedeutend verringert. In Tabelle II ist Königsberg mit 13,8, Halle a. S. mit 17,5 und Göttingen mit 20,8 Gewittertagen im langjährigen Mittel pro Jahr verzeichnet. Schon in den Subtropen ist die Zahl der Gewittertage eine erheblich höhere[2]. Blumenau hat alljährlich 37,6 Gewittertage und São Paulo, 729 m über dem Meere, bereits 67,8. Dabei will ich bemerken, dafs die Zahl der Gewittertage im tropischen wie im gemäfsigten Klima sehr von lokalen Einflüssen abhängig ist. Eine allgemeine Regel ist jedoch, dafs dieselbe bis zu einer Höhe von 1300 bis 1400 m zu und dann wieder abnimmt.

Man kann rechnen, dafs auf die Regionen nördlich des Polar-

[1] Meteorologische Zeitschrift. Bd. X S. 365.

[2] Vgl. Tabelle II.



kreises alljährlich entfallen ca. 6 Gewittertage, auf die mittlere gemäſsigte Zone ca. 20, auf die subtropische im Mittel ca. 40.

Auſserordentlich hoch steigen jedoch die Gewittertage an, je mehr man sich der äquatorialen Tropenzone nähert. Daselbst beziffert sich alljährlich die Zahl der Gewittertage auf im Mittel zwischen 60—100, rund 80. Auf der Hochebene von Mexiko, Bogota und Quito ist nach Supan[1] durchschnittlich jeder dritte Tag ein Gewittertag, und in Abessinien sind jährlich im Mittel 423,7 Gewitter, welche sich auf 216,2 Tage verteilen. Auch in Küstengegenden des inneren Tropengürtels sind die Gewitter sehr zahlreich. Im Hatzfeldhafen wurden z. B. 97 Gewittertage pro Jahr gezählt, in San Salvador am Kongo 86, in Batavia 94,6, in Buitenzorg sogar 159, und Peschuël-Lösche[2] berichtet von Tschintschotscho (auf dem ca. 5° S. Br.), daſs daselbst 1874/75 140 und 1875/76 67 Gewittertage gezählt wurden, an denen häufig mehrere Gewitter stattgefunden. Auſserordentlich interessant ist die Schilderung und Abbildung der Blitzerscheinungen von Peschuël-Lösche[3] und es will demjenigen, welcher nie einen Blick in die Tropen gethan, kaum glaublich erscheinen, daſs die Zahl der Blitze innerhalb fünf Minuten auf 300 anzusteigen vermag. Ja, es giebt noch stärkere Entladungen, bei denen man von feuerähnlichem Blitzregen reden kann, die sich jeder Zählung entziehen!

Unter solchen über alle Beschreibung groſsartigen Naturerscheinungen müssen sich natürlich die tiefgreifendsten und vielseitigsten chemischen Prozesse in der Atmosphäre abspielen, die in hohem Grade befruchtend und ernährend auf die Vegetation einwirken. Dabei ist zu berücksichtigen, daſs nach dem gegenwärtigen Stand unseres Wissens der freie Stickstoff, welcher unter dem Einfluſs der elektrischen Kräfte in der Atmosphäre Verbindungen eingeht, als die hauptsächlichste, wenn nicht einzigste Urquelle aller Stickstoff haltigen Substanzen betrachtet werden muſs, die überhaupt auf unserm Planeten existieren.

Die Agrikultur kann in den Tropen mit dieser Naturerscheinung in Bezug auf die Ernährung der Kulturpflanzen um so günstiger rechnen, als schon an sich die Atmosphärilien der Tropen der Vegetation quantitativ weit wirkungsvollere Wachtumsbedingungen zu bieten im stande sind, als diejenigen des gemäſsigten Klimas es je vermögen. Dieses wollen wir im nächsten Abschnitt betrachten.

---

[1] A. Supan, Grundzüge der physischen Erdkunde. S. 106.
[2] Peschuël-Lösche, Loangoexpedition. Teil III. S. 82.
[3] Peschuël-Lösche, Loangoexpedition. Teil III. S. 92.

e. Die Atmosphärilien in den Tropen und Subtropen und ihre vegetative Bedeutung.

Während die Zusammensetzung der trockenen reinen atmosphärischen Luft an den verschiedensten Teilen der Erdoberfläche aufserordentlich gleichförmig und nur selten geringen Schwankungen im gegenseitigen Verhältnis unterworfen ist[1], unterliegt die Beimengung von Atmosphärilien wie auch mechanischen Substanzen und miasmatischen Organismen örtlich wie zeitlich manchem Wechsel. Dieses gelangt zwar nicht immer in der Untersuchung der Zusammensetzung der Luft in Bezug auf die Atmosphärilien sichtlich zum Ausdruck, ist aber dennoch nicht zu verkennen, wie wir später sehen werden.

Für das Pflanzenwachstum sind mehr oder minder, direkt oder indirekt, fast alle Atmosphärilien der Luft von grofser Bedeutung, vornehmlich Kohlensäure, Ozon, Wasserstoffsuperoxyd, Ammoniak, Salpetersäure, salpetrige Säure und Wasserdampf.

Der Kohlensäuregehalt der Atmosphäre wechselt je nach den Entwicklungsverhältnissen dieses Gases, den Witterungsverhältnissen, der Lage des Ortes und den Beziehungen der Kohlensäure zur Vegetation und ihren Quellen. In Deutschland schwankt nach den neuesten Untersuchungen, deren Resultate hinter den früheren um ca. 25 % zurückstehen, der volumprozentische Gehalt der atmosphärischen Kohlensäure um 0,03. Es ist ermittelt, dafs dabei ein Sinken auf unter 0,025 und ein Steigen auf über 0,036 zuweilen an ein und demselben Orte zu beobachten ist. Diese Schwankungen — wenn auch nicht immer in den vollsten Extremen — vollziehen sich sogar im Laufe von 24 Stunden. Die Jahreszeiten scheinen gleichfalls wenn auch nicht immer sehr deutlich ausgeprägte Beziehungen zu dem Kohlensäuregehalt der Atmosphäre zu haben. Nicht ohne Einflufs sind jedoch die Niederschläge auf denselben. Teils führen dieselben die Kohlensäure in Lösung auf den Boden und vermindern somit den Gehalt der Atmosphäre an Kohlensäure, teils erhöhen sie ihn, indem sie die in den Hohlräumen der Erde durch die Verwesungsprozesse angesammelten Kohlenstoffverbindungen und sonstige Gase aus dem Boden verdrängen.

Die Quellen der Kohlensäure der Luft sind vornehmlich in den

---

[1] Die Theorie, dafs äquatoriale Windströmung sauerstoffärmere Luft den gemäfsigten Klimaten zuführe, und die etwa davon abgeleitete Schlufsfolgerung, dafs tropische Gegenden einen Gehalt von unter 20,9 Volumprozenten Sauerstoff in der Atmosphäre besitzen, ist wohl noch nicht genügend erwiesen, als dafs dieselbe hier Berücksichtigung finden dürfte.

Ausatmungen der menschlichen und tierischen Körper, den Verwesungsprozessen der organischen Substanzen und in den Exhalationen der Erde, welche aus tieferen Schichten kommen, zu suchen. Auch diese letzteren sind nicht unwesentlich. An zahlreichen Orten der Erdoberfläche und besonders in den Gebieten noch thätiger oder auch erloschener Vulkane, welche namentlich im Erdgürtel reichlich vorhanden sind, sowie in manchen Gegenden mit rein sedimentärem Aufbau — wie in der Wüste Sahara — tritt aus den Klüften und Spalten des Gesteins Kohlensäure in grofsen Mengen aus. Man hat die Mengen Kohlensäure, welche also der Atmosphäre zufliefsen, für wenige Orte alljährlich nach Millionen von Kubikmetern berechnet und namentlich die Tropenzone des Erdballs dürfte einen vielleicht nicht unerheblichen Teil ihres atmosphärischen Kohlensäuregehalts aus diesen Quellen schöpfen. Die gröfsere Quelle besitzt jedoch daselbst die Kohlensäure in den rapid vor sich gehenden Zersetzungsprozessen der organischen Substanzen, namentlich überall da, wo die Niederschläge mit Unterbrechungen und reichlich fallen, und wo eine hohe Temperatur die Verwesung befördert. Dieses ist natürlich in den äquatorialen Tropenländern mehr denn sonst irgendwo auf der Erdoberfläche der Fall, und es wäre daher verständlich, wenn man in ihnen auch einen höheren prozentischen Kohlensäuregehalt der Atmosphäre beobachtet. Die Untersuchungen über diesen Gegenstand gestatten indessen noch kein absolut sicheres Urteil. Hann giebt in seinem Handbuch der Klimatologie zwar an[1], dafs man im tropischen Südamerika, speciell in Bogota, im Mittel einen Kohlensäuregehalt von 0,04 0,05 Volumprozenten ermittelt hat, einige Male sei derselbe auch auf 0,10 und sogar 0,24 gestiegen[2]. Auch für die Oase Dachel sahen wir früher einen relativ hohen Kohlensäuregehalt der Atmosphäre (bis 0,049 Volumprozent). Bestätigte sich derselbe für alle Tropenländer, dann müfste man der tropischen Vegetation nach dieser Seite hin eine aufserordentliche Bevorzugung vor derjenigen des gemäfsigten Klimas zuerkennen. Es hat jedoch Sachsse in seinem Lehrbuch der Agrikulturchemie — welches einen ausgezeichneten Überblick über die atmosphärische Zusammensetzung in Rücksicht auf die Vegetation bietet — eine Reihe tropischer und subtropischer Orte mit ihrem Kohlensäuregehalt bei Tag und bei Nacht aufgeführt[3], aus der sich nicht ergiebt, dafs die prozentischen atmosphärischen Kohlensäuremengen in

[1] S. 48 ff.

[2] Ein Kohlensäuregehalt der Luft von 2,0% wirkt bereits vegetationshemmend, indem er die Chlorophyllbildung verlangsamt.

[3] Sachsse, Lehrbuch der Agrikulturchemie. S. 14.

den Tropen gröfser sind als diejenigen der gemäfsigten Klimate. Auch die Luftproben, welche von den zur Beobachtung des Venusdurchganges ausgesandten französischen Expeditionen an verschiedenen Stellen der Erdoberfläche, übrigens wohl ganz willkürlich, angesammelt waren — in Haiti, Florida, Martinique, Mexiko und Chile — zeigten in keiner einzigen Untersuchung einen Gehalt von über 0,03 Volumprozenten Kohlensäure. Im Widerspruch damit ergiebt sich aus der „Zusammenstellung der bekanntesten und wichtigsten bis jetzt aufgeführten Kohlensäureuntersuchungen der freien atmosphärischen Luft" von Prof. Dr. Ebermayer[1], dafs alle Orte der Tropenländer einen relativ hohen Kohlensäuregehalt der atmosphärischen Luft besitzen. Leider lassen aber hier die Verschiedenheiten der Untersuchungsmethoden keine einwurfsfreien Vergleiche zu, und auch Ebermayer kommt nur zu dem Schlufs[2], „dafs die Kohlensäure der Luft zwar aus Witterungs- und lokalen Verhältnissen einem beständigen kleinen Wechsel unterliegt, dafs aber zwischen Stadtluft, Landluft, Waldluft, Gebirgsluft, Seeluft und Wüstenluft keine wesentlichen Unterschiede bestehen". Über die Tropenluft äufsert er sich nicht speciell, bemerkt jedoch, dafs die Luft der südlichen Hemisphäre nach den bisherigen — wenigen — Untersuchungen etwas kohlensäureärmer sei als die der nördlichen. Aber unter 3 S. 25 führt er auf: „Die Ergebnisse fast aller Forscher stimmen darin überein, dafs die Nachtluft etwas reicher an Kohlensäure ist als die Luft am Tage, und dafs sie in der wärmeren Jahreszeit, vorzugsweise aber im Herbst, in der Regel etwas mehr Kohlensäure enthält als im Winter und Frühjahr." Das ist auch sehr wohl erklärlich, denn bei der niedern Temperatur im Frühjahr geht der Verwesungs- und Fäulnisprozefs organischer Stoffe, eine Hauptquelle der Kohlensäurebildung, viel langsamer vor sich als bei höherer Temperatur im Sommer und Herbst.

Aus den obigen Zusammenstellungen wird man wohl erkennen, dafs wir zur Zeit noch nicht im stande sind, ein endgültiges Urteil darüber abzugeben, ob der atmosphärische Kohlensäuregehalt der Tropen demjenigen der gemäfsigten Zone gleichsteht oder ihn übertrifft. Es bedarf erst einer gröfseren Anzahl vielerorts gleichzeitig und gleichmäfsig angestellter Untersuchungen, ehe wir zu einem ziffernmäfsigen Urteil in dieser Frage gelangen können. Hier und da einmal willkürlich aus-

[1] Ebermayer, Die Beschaffenheit der Waldluft und die Bedeutung der atmosphärischen Kohlensäure für die Waldvegetation, zugleich eine übersichtliche Darstellung des gegenwärtigen Standes der Kohlensäurefrage. Stuttgart 1885. S. 17 ff.

[2] Ebermayer, Die Beschaffenheit der Waldluft u. s. w. S. 32.

geführte Analysen — obendrein mit Anwendung veralteter Methoden — sind nicht im stande die Beantwortung der Frage zu fördern.

Es will mir indessen, abgesehen von dem fraglichen Ergebnis der bisherigen Untersuchungen, die Annahme berechtigt erscheinen, welche ich früher schon einmal andeutete, dafs das tropische Klima über gröfsere Mengen Kohlensäure verfügt als das gemäfsigte. Diese Mengen lassen sich vielleicht in den Tropen ziffermäfsig d. h. prozentisch nicht immer als hoch analysieren, weil sie sich nicht in der Atmosphäre anspeichern, sondern weil daselbst der hohen Kohlensäureproduktion dank der intensiveren Belichtung und sonstigen so günstigen Wachstumsbedingungen der Vegetation auch eine gleich hohe und meist ununterbrochene Konsumtion gegenübersteht. Das letztere ist im gemäfsigten Klima im Spätsommer und Herbst nicht der Fall. Wenn daher in den tropischen Klimaten die spontane relative Menge der Kohlensäure, d. h. ihr volumetrisches Verhältnis zur Gesamtatmosphäre, kein erheblich gröfseres ist als im gemäfsigten Klima, so ist doch höchstwahrscheinlich die absolute Menge, welche in der tropischen Atmosphäre und der Pflanzen- und Tierwelt den Stoffwandlungsprozefs durchmacht, eine entschieden höhere, und die Summen Kohlensäure, welche dabei alljährlich in den Tropen umgesetzt werden, übertreffen bei weitem diejenigen des gemäfsigten Klimas. Der erhöhten Kohlensäurenachfrage steht in den Tropen auch ein hohes Angebot gegenüber, welches aus den rapiden Verwesungsprozessen der produzierten Pflanzenmassen hervorgeht. Umsatzkrisen im Cirkulationsprozefs der Kohlensäure, wie sie sich im gemäfsigten Klima im Herbst ereignen, wenn die Vegetation abstirbt, sich zersetzt und die nachfolgende lahm liegt, dürften namentlich im innern Tropengürtel überhaupt kaum vorkommen.

Von dem Ozongehalte der tropischen Atmosphäre war früher schon einmal die Rede. Es wurde dort darauf verwiesen, dafs, wenn auch nur geringe Mengen Ozon bei elektrischen Entladungen gebildet würden, sie dennoch zu Begleiterscheinungen derselben zu rechnen seien. Das ist in tropischen Ländern nicht ohne Bedeutung für die Mengen Ozon, welche in der Atmosphäre vorkommen. Einen sehr grofsen Einflufs auf die Bildung des Ozons hat jedoch in heifsen Ländern der Verdunstungsprozefs von Wassermassen und besonders auch der Prozefs des Verstäubens der Wassermassen[1], welcher bei allen tropischen Regen beobachtet werden kann, welche ja mit starker Gewalt niederzuschlagen pflegen. Man darf daher wohl vermuten,

[1] Sachsse, Lehrbuch der Agrikulturchemie. S. 37.

dafs das Ozon in den Tropen günstigere Bildungsfaktoren besitzt als im gemäfsigten Klima, und dafs die Bildung desselben daselbst in gröfseren Mengen vor sich geht, als in höheren Breitenlagen.

Das Ozon, als solches, spielt im Pflanzenaufbau weniger eine unmittelbare Rolle und dürfte höchstens am Atmungsprozefs der Pflanzen beteiligt sein, aber seine Anwesenheit ist infolge der losen Verbindung der drei Sauerstoffatome aufserordentlich bedeutungsvoll bei allen Oxydationsprozessen in der Atmosphäre, welche dem Pflanzenleben indirekt zu gute kommen. Man hat es ja daher auch den aktiven Sauerstoff der Atmosphäre genannt. Und wenn auch der freie atmosphärische Stickstoff, wie Versuche von Carius und anderen dargethan, weder bei gewöhnlicher noch bei höherer Temperatur durch Ozon oxydiert werden kann, so ist doch die Überführung des atmosphärischen Ammoniaks in salpetrige Säure mit Hülfe des Ozons als sicher erwiesen.

Ebenso wie die Lehre von der Aktivität des Sauerstoffes, ist auch das Wesen des Wasserstoffsuperoxyds (H_2O_2) in seiner oxydierenden und reduzierenden atmosphärilischen Thätigkeit noch nicht völlig klargestellt. Auch über die Entstehung des Wasserstoffsuperoxyds in der Atmosphäre fehlt es bis jetzt noch an sicheren Erklärungen. In Ermangelung eingehender Forschungen in betreff dieser chemischen Bildungs- und Umsatzprozesse will ich daher hier auch nur konstatieren, dafs die Mengen des Wasserstoffsuperoxyds in den Tropen gleichfalls als reichlich vorhanden zu vermuten sind.

Ich komme jetzt zu dem Stickstoff und seinen Verbindungen in der Atmosphäre.

Wenn wirklich, wie sich aus einigen Untersuchungen ergeben hat, der Sauerstoffgehalt der Atmosphäre in wärmeren Gegenden oder in Lüften, die vom Äquator her wehen, geringer wäre, als im gemäfsigten Klima gewöhnlich der Fall, und etwa, wie nach einigen Untersuchungen, nur 20,4 Volumprozent betrüge, so würde infolgedessen wohl die Menge des atmosphärischen Stickstoffs daselbst eine kleine Anreicherung erfahren. Dafs aus einer solchen geringen Anreicherung bei dem grofsen Vorrat elementaren Stickstoffs in der Atmosphäre der Vegetation in den Tropen besondere Vorteile erwüchsen, ist kaum anzunehmen, daher darf ich wohl von der Diskussion einer solchen Eventualität absehen.

Um so wichtiger ist jedoch die Besprechung der verschiedenen Formen des gebundenen Stickstoffes der tropischen und subtropischen Atmosphäre.

Das atmosphärische Ammoniak rührt vornehmlich — wenn nicht ausschliefslich — aus den Verwesungsprozessen organischer Sub-

stanzen her, die ja in den Tropen schnell und reichlich vor sich gehen. Das Ammoniak findet sich sowohl in reinem Zustande als auch als kohlensaure, salpetersaure und salpetrigsaure Verbindung. Das salpetersaure Ammoniak als fester, nicht flüchtiger Körper wird als staubförmig schwebend in der Atmosphäre angenommen, während das im Zerfall begriffene kohlensaure und das reine Ammoniak bekanntlich als flüchtige Körper gasförmig verbreitet sind.

Die in der Atmosphäre vorkommenden Stickstoffsäuren haben folgende Quellen. Aus den Elementen entsteht, wie sicher erwiesen ist, unter dem Einflufs der funkenbildenden Gewitterelektricität, welche wir gerade in den Tropen als aufserordentlich intensiv kennen lernten, salpetrige Säure, und der Blitzgeruch, welchen man beim Einschlagen des Blitzes verspürt. ist nicht auf eine gleichzeitig vor sich gehende Ozonentwicklung zurückzuführen, sondern auf die Bildung von salpetriger Säure, welche in gleicher Weise beim Abbrennen von Schiefspulver zu empfinden ist.

Wahrscheinlich gehen bei Verbrennungen aus den Elementen auch Stickoxyde hervor; und schliefslich steht fest, dafs mit Hülfe des Ozons aus dem atmosphärischen Ammoniak salpetrige Säure hervorgeht, wie oben schon bemerkt.

Der Vegetation sind die genannten Stickstoffverbindungen sowohl direkt wie indirekt zugänglich. Direkt insofern, als dieselben nach den neuesten, freilich noch der Bestätigung harrenden Forschungen von B. Frank von den oberirdischen Organen der Pflanzen aus der Atmosphäre gleich der Kohlensäure assimiliert werden, und ferner insofern, als vielleicht in den Hohlräumen des Erdbodens vorhandene Stickstoffverbindungen durch die Symbiose der Bakterien von dem Wurzelsystem direkt aufgenommen und den oberirdischen Pflanzenorganen zugeführt werden. Indirekt findet die Aufnahme der atmosphärischen Stickstoffverbindungen statt, indem dieselben durch die Niederschläge dem Boden einverleibt und dort als Salze von den Pflanzen assimiliert werden.

Untersuchungen, welche über den Ammoniakgehalt der Luft angestellt sind, haben nun örtlich wie zeitlich sehr grofse Schwankungen desselben ergeben. Mit ziemlicher Sicherheit geht jedoch aus denen, welche Levy in Montsouris in Frankreich machte[1], hervor, dafs in der Jahreszeit des Sommers und beginnenden Herbstes die Atmosphäre bei Paris die gröfsten Mengen Ammoniak enthält, trotzdem doch gerade die im Sommer häufigen Niederschläge bei Paris eine Verminderung

[1] Jahresbericht für Agrikulturchemie. Jahrgang 26. S. 79.

derselben an Ammoniak erwarten lassen dürften. Im Mittel von 4½ Jahren kommen dort in dieser Zeit auf 100 cbm Luft 2,3—2,5 mg Stickstoff als Ammoniak. Über den Gehalt der tropischen Atmosphäre an Ammoniak liegen noch keine zuverlässigen Untersuchungen vor.

Die Salpetersäure und salpetrige Säure sind höchstwahrscheinlich in geringerer Menge in der Atmosphäre vorhanden als das Ammoniak. Man hat direkte Bestimmungen der atmosphärischen Stickstoffsäuren zwar noch nicht vorgenommen, aber die Untersuchungen der meteorischen Niederschläge haben dieses, wenn auch mit manchen Ausnahmen, erkennen lassen. Letztere lehren auch, dafs die absoluten Mengen Salpetersäure, welche im Sommer niedergeschlagen werden, erheblich gröfser sind als diejenigen der kälteren Jahreszeiten. Sachsse meint zwar, dafs ein Steigen der atmosphärischen Salpetersäure mit der gewitterreichen Sommerzeit sich nicht aus dem Gehalt der meteorischen Niederschläge an Salpetersäure nachweisen läfst, dem stehen indessen die von Liebig, Knop und anderen gemachten Untersuchungen von Gewitterregen und Regenwasser, welches ohne Gewitter gefallen, entgegen. Auch steht der Anschauung Sachsses der Umstand entgegen, dafs gerade die tropischen Niederschläge aufserordentlich reich sind an Salpetersäure und namentlich diejenigen, welche zur Zeit der Gewitter gefallen. Hierfür ist neuerdings von Muntz und Marcano[1] ein interessanter Beitrag geliefert. Dieselben untersuchten in Caracas (Venezuela) 1883/84 63 Proben von Regenwasser, 1885 58 Proben, und es ergab sich im Mittel:

Juli 1883 bis Juli 1884 2,45 mg Salpetersäure pro Liter Wasser,
Jan. 1885 bis Dec. 1885 2,01 - - - - -

Eine Probe gab den enormen Gehalt von 16,25 mg, das Minimum betrug in den Untersuchungen 0,20 mg pro Liter. Nach Messungen von Raimbault in St. Denis auf der Insel Réunion beträgt dort der mittlere Salpetersäuregehalt des Regenwassers 2,67 mg pro Liter (Maximum = 12,5, Minimum = 0,4 mg). Wenngleich nun auch noch nicht festgestellt ist, wie hoch sich der mittlere Gehalt der Regenwässer an Salpetersäure in solchen tropischen Gegenden stellt, die weniger von Gewittern heimgesucht werden wie gerade Caracas, so müssen wir doch wohl den hohen Salpetersäuregehalt der tropischen Regen in Caracas vornehmlich auf die grofse Menge der dortigen Gewitterentladungen zurückführen. Wieviel ärmer die Regen der gemäfsigten Zone an Salpetersäure sind, ist von Boussingault für Liebfrauenberg im Elsafs und von Gilbert für Rothamsted in England

[1] Meteorologische Zeitschrift 1889. S. 435.

durch viele Untersuchungen festgestellt. Ersterer konstatierte im Mittel 0,18 mg, letzterer 0,42 mg pro Liter. — Ist nun auch noch nicht überall wirklich nachgewiesen, dafs die Atmosphäre der Tropen mit weit gröfseren Mengen von Stickstoffverbindungen auf die Pflanzenkultur direkt einwirkt, als sie das in der gemäfsigten Zone vermag, so dürften wir doch nach den Untersuchungen, welche bis heute vorliegen, berechtigt sein, dieses als sicher anzunehmen.

Diese gröfseren Mengen Stickstoffverbindungen in der tropischen Atmosphäre sind nun aber für die Vegetation noch um so bedeutungsvoller, als sie durch die starken und massenhaften Niederschläge ständig eingewaschen und der Erde einverleibt werden, um also indirekt von neuem und noch nachhaltiger der Vegetation angeboten zu werden.

Auch hierfür sind bereits ziffermäfsige Belege vorhanden. Es ist durch Analysen konstatiert, dafs auf dem Observatorium Montsouris bei Paris in zehnjährigem Durchschnitt (1875—1885) pro Hektar dem Boden alljährlich im Regen zugeführt worden ist:

an Ammoniakstickstoff = 10,01 kg }
- Salpeterstickstoff = 3,85 - } Sa. 13,86 kg.

Auf der bekannten Versuchsstation Rothamsted wurde ermittelt, dafs die Zufuhr an Gesamtstickstoff im Regen betrug

(1853—1856) pro Hektar und Jahr = 6,24—8,85 kg,

in Deutschland betrug dieselbe

zu Insterburg (1864—1865) - - - = 6,15—7,63 -
zu Dahme (1865) . . . . - - - - = 7,46 -
zu Regenwalde (1864—1867) - - - = 11,3—18,41 -

Für Deutschland kann man in einem Regenfall von 600 mm pro Jahr eine Stickstoffzufuhr von rund 8—12 kg pro Hektar berechnen.

Diesen Zahlen will ich für die Tropen zunächst die Berechnungen entgegenstellen, welche sich aus dem Salpetersäure-Gehalt der Regenwässer zu Caracas und St. Denis ergaben. Caracas hat nach Aveledo im Mittel von 20 Beobachtungsjahren einen Regenfall von 1 Meter. Hiernach ergiebt sich pro Hektar eine Stickstoffzufuhr im Regenwasser allein in Form von Salpetersäure von 5,78 kg. Bei gleicher Rechnung von 1 Meter Regenfall ergiebt sich für St. Denis 6,93 kg. Stickstoff. Dagegen kommen auf Liebfrauenberg, auf Rothamsted und auf Montsouris pro Hektar nur 0,33 bezw. 0,85 bezw. 3,85 kg. Stickstoff in Form von Salpetersäure. Das sind doch in der That aufserordentliche Unterschiede! Und dieselben werden natürlich noch höher, wenn auch der Ammoniak-Stickstoff des Regenwassers in die Rechnung aufgenommen wird.

Enthält z. B. das Regenwasser in Batavia auf Java nur die gleiche Menge Ammoniak- und Salpetersäure-Stickstoff wie das Regenwasser in Montsouris, so ergiebt sich für Batavia bei dem mittleren jährlichen Regenfall von 2066 mm (Montsouris hat ca. 600 mm) ein Stickstoffniederschlag von 45 — 50 kg. pro Jahr und Hektar. Ich glaube indessen, daſs in Wahrheit der Stickstoffniederschlag in dem angeführten Orte noch höher anzunehmen ist, da die dortige Atmosphäre vermutlich erheblich reicher an Stickstoffverbindungen ist als diejenige von Montsouris. Aber wenn auch wirklich, wie in Bezug auf den Kohlensäure-Gehalt der tropischen Atmosphäre, durch spontane Untersuchungen festgestellt werden sollte, daſs z. B. die Luft in Batavia nicht reicher sei an Ammoniak und Stickstoffsäuren als diejenige in Montsouris, so darf man doch nie übersehen, daſs die absoluten Mengen von Stickstoffverbindungen, welche im Laufe eines Jahres z. B. über Batavia cirkulieren und der Vegetation daselbst zu gute kommen, weit gröſser sind, als dieses in Montsouris je der Fall sein kann. Dieses beweist auch schon die Masse organischer Substanz, welche auf einer tropischen Fläche alljährlich vegetativ niedergelegt wird, mit der das Ergebnis einer gleichen Fläche in der gemäſsigten Zone niemals in Konkurrenz treten kann.

Hierbei möchte ich Gelegenheit nehmen, auf einen eigenartigen Umstand aufmerksam zu machen, der wohl jeden Neuling in Tropenländern mit Interesse berührt hat. Es ist dieses die Empfindung der Nähe des Landes durch die Geruchsorgane, selbst wenn das Auge noch keine Spur desselben entdeckt hat. Die eigentümlichen Ausdünstungen der tropischen Böden, vermischt mit den schwachen Düften der Blumen und Miasmen, reizen die durch die Reinheit der Atmosphäre über dem Meere empfindlicher gewordenen Geruchsnerven so auffällig, wie man niemals Gelegenheit hat, Ähnliches an den mitteleuropäischen Küsten zu empfinden. Der Geruch selbst ist undefinierbar, man ist, sobald man das Land betritt, nahezu gegen ihn abgestumpft, aber man erkennt ihn wieder, wenn nach längerer Trockenzeit die Regenzeit einsetzt und der plötzlich in den Boden eindringende Regen alle in den Hohlräumen der Erde versteckten und aufgespeicherten Gase austreibt. Was den Geruchssinnen dann vornehmlich geboten wird, ist ein Gemisch von Ammoniak-, Kohlensäure-, Kohlenwasserstoff-, Sumpfgas- und Schwefelwasserstoff-Verbindungen, hervorgegangen aus der Verwesung organischer Substanzen.

Aus den Betrachtungen über die Masse der Stickstoffverbindungen, die alljährlich ihren Weg von der Erde in die Atmosphäre und zurück in die Vegetation der Erde nimmt, ergiebt sich für viele insbesondere

regenreiche tropische Regionen, dafs Stickstoffdüngungen dort — wenn überhaupt — doch nur in weit geringerem Maſse angebracht erscheinen als im gemäfsigten Klima. Das ist ein Gesichtspunkt, der in Bezug auf die Rentabilität der tropischen Agrikultur sehr beachtenswert ist, welcher aber wohl vielfach regionale Beschränkungen oder Einwendungen erleiden mufs. Auch ist dann bei den Einwendungen noch besonders zu berücksichtigen, dafs die leichtlöslichen Stickstoffsalze des Bodens einer aufserordentlich leichten Auswaschung im Boden ausgesetzt sind, und wo der pedologische Bau eines Terrains dieselbe gestattet, hat man hierauf in der tropischen Düngungslehre Rücksicht zu nehmen.

Wir haben dann schliefslich noch die Betrachtung über den Wasserdampf oder das Wassergas der tropischen Atmosphäre nachzuholen. Es war bereits früher unter der Überschrift: Die Niederschläge und Feuchtigkeitsverhältnisse etc. kurz davon die Rede. Auch enthält die Tabelle II die Angaben der relativen Feuchtigkeit einer grofsen Anzahl tropischer Orte.

Bevor ich in die Erörterung eintrete, mufs ich Folgendes vorausschicken. Unter Wasserdampf pflegt man im gewöhnlichen Sprachgebrauch auch jene Feuchtigkeitsmengen zu begreifen, welche sich bereits zu Wasser kondensiert haben und als Nebel und Dunst über den Gewässern schweben, die Thäler anfüllen oder als Wolken über uns fortziehen. Dieser kondensierte Wasserdampf setzt sich aus mikroskopisch kleinen Wasserbläschen zusammen und hemmt den Fernblick. Der eigentliche Wasserdampf oder das Wassergas ist dagegen vollständig durchsichtig, durchsichtiger als die atmosphärische Luft. Daher ist auch gerade dann die Fernsicht so ausgezeichnet klar und schön und ein ferner Gegenstand gleichsam nahe gerückt, wenn die Atmosphäre in grofsen Mengen mit Wassergas angereichert ist. Solch einem klaren Fernblick pflegt dann ja auch gewöhnlich ein baldiger Regen zu folgen. Dieses Wassergas ist bei der Bezeichnung der absoluten oder relativen Feuchtigkeit gemeint und soll hier besprochen werden.

Das Gewicht des Wasserdampfes, welchen 1 cbm Luft aufzunehmen vermag, beträgt

bei	0°	Cels.	—	5,4	g.
-	5°	-	—	7,3	-
-	10	-	—	9,7	-
-	15	-	—	13,0	-
-	20	-	—	17,3	-
-	25	-	—	22,5	-
-	30	-	—	29,4	-
-	35	-	—	38,1	-
-	40	-	—	49,2	-

Die aus diesen Ziffern hervorgehende Fähigkeit der Atmosphäre, je höher ihre Temperatur steigt, desto gröfsere Wassergasmassen festzuhalten, ist insofern für die tropische Vegetation besonders wertvoll, als die Verteilung des Wassergases in der Atmosphäre temperaturerniedrigend wirkt, denn Wasser bindet Wärme. Daher steigen auch in niedrigen Küstenländern mit ihrem hohen Feuchtigkeitsgehalt die Temperaturen niemals so hoch an als in den an atmosphärischem Wassergas ärmeren Hochländern und kommen in ersteren seltener vollständige Verdörrungen der Vegetation vor als in letzteren, in welchen die Prairie- und Grasbrände einen Beweis dafür ablegen. Der wärmebindenden Eigenschaft des Wassergases verdanken die feuchten Tropenländer auch die so ungemein grofse Gleichmäfsigkeit der Temperatur und den langsamen Temperaturwechsel, Erscheinungen, welche auf den trockenen Hochländern seltener werden und ebenso im gemäfsigten Klima. Man denke nur an die Schäden, welche die Nachtfröste der Frühjahrsmonate der heimischen Landwirtschaft verursachen! Ferner schützt ein hoher Feuchtigkeitsgehalt der Luft die tropische Vegetation vor übermäfsiger Transpiration (Wasserabgabe), die infolge einer durch bedeutenden Wasserverlust verminderten Turgescenz der Gewebe rasches Verwelken herbeiführt. In mit Wasserdampf gesättigtem Raum ist die Verdunstung einer Pflanze nahezu gleich Null und es ergiebt sich hieraus, dafs in Tropenorten mit relativ hohem Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre gerade in Zeiten der Trocknis die Kulturen weniger Gefahr laufen, zu Grunde zu gehen, als in solchen, deren relativer Feuchtigkeitsgehalt ein niedriger ist.

Ein hoher Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre hat aber auch noch für die Kohlensäure-Assimilationsprozesse der Pflanzen eine indirekte Bedeutung. Er bewirkt durch Verminderung der Transpiration die Zurückhaltung von Wasser in den Zellengeweben, ohne dessen genügendes Vorhandensein die Bildung der Kohlenhydrate unmöglich ist.

Indirekt ist eine hohe absolute Feuchtigkeitsmenge der Atmosphäre der Vegetation noch insofern von bedeutendem Wert, als sie natürlich Material für Niederschläge und Betauung liefert. Letztere bietet unzweifelhaft allein schon in der Benetzung der Blätter den Pflanzen reichliche Feuchtigkeitsmengen, welche sie nach starker Transpiration wieder auffrischen, d. h. ihre Gewebe mit Wasser anfüllen. Es soll Gegenden in den Tropen geben, in denen Regen nur sehr spärlich fallen, und allein Tau und Nebel eine, wenn auch nicht üppige, so doch gesunde Vegetation erhalten.

Man wird aber bei all diesen Betrachtungen zu berücksichtigen haben, dafs es für die Agrikultur eines Ortes der Tropenländer nicht

allein darauf ankommt, einen im Jahresmittel möglichst hohen Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre zu besitzen, sondern dafs es auch sehr wesentlich ist, dafs dieser Gehalt während der Vegetationszeit möglichst konstant bleibt. Wie die unteren Extreme der Temperatur und der Regenmengen vorhin bei der agrikulturellen Wertschätzung einer Gegend mafsgebend waren, so ist auch hier das untere Extrem des relativen Feuchtigkeitsgehalts von Bedeutung.

Orte mit über 80 relativer Feuchtigkeit im Jahresmittel, wobei das Minimum nicht unter 75 sinkt, dürften agrikulturell besonders schätzenswert sein, noch schätzenswerter solche, in denen das Minimum nicht unter 78 oder gar 80 sinkt, wie sie in Batavia einen Repräsentanten finden. Ein so hoher Gehalt der Atmosphäre an Wassergas kann zwar zeitweise schon recht lästig fallen, da er das Trocknen der Ernteprodukte sehr in die Länge zieht; aber in solchen Fällen vermögen ja Trockenapparate zu Hülfe zu kommen.

Mechanische und miasmatische Verunreinigungen der Atmosphäre werden zwar nicht mit dem Namen Atmosphärilien bezeichnet, dennoch wollen wir ihrer hier andeutungsweise gedenken. An den Rändern der Wüsten und Steppen spielen die ersteren zuweilen eine gewichtige Rolle. Auf dem asiatischen Hochlande und in China wird den staubführenden Winden, welche die Sonne verdecken und die Atmosphäre verdunkeln, eine in hohem Grade düngende Wirkung in ihren Staub- und Löfsablagerungen nachgesagt und der Ackerbau jener Gegenden rechnet mit ihnen als unentbehrlichen Vegetationsfaktoren. Ob indessen auch erwerbsmäfsige Agrikultur auf solcher Grundlage, z. B. in Südwestafrika, ihre Rechnung und genügende Sicherheit zu finden vermag, dürfte wohl recht zweifelhaft sein.

Über die miasmatischen Organismen und ihre Bedeutung und Beziehung zur Vegetation fehlt bis heute jeder Anhalt; es ist jedoch nach den bakteriologischen und symbiotischen Forschungen der neuesten Zeit nicht unwahrscheinlich, dafs gerade die tropische Agrikultur, namentlich wo sich ständig feuchtwarme oder heifse Bodenzustände bieten, hier ein interessantes und wichtiges Forschungsgebiet besitzt, welches der Bearbeitung harrt.

Rückblicke.

Überblicken wir am Schlusse dieses Abschnittes den Inhalt desselben, so müssen wir anerkennen, dafs der Agrikultur der subtropischen und noch mehr der tropischen Länder in klimatischer und atmosphärilischer Hinsicht in der That in mehr denn einer Beziehung aufserordentliche

Vorteile vor derjenigen der eigentlich gemäfsigten Zone geboten worden. Handelt es sich darum, nicht nur durch die von Menschen erzeugten Produkte des Bodens das Leben zu fristen, sondern erwerbsmäfsigen agrikulturellen Betrieb zu führen, so kann zunächst nirgends die Zeit und der Faktor Natur erfolgreicher ausgenutzt werden als in jenen wärmeren Klimaten.

In unserer heimischen Zone ist der Betrieb der Landwirtschaft während nahezu der Hälfte des Jahres, oder doch 4—5 Monate desselben, wenn die Natur in Frost, Eis, Schnee und Witterungsunbill begraben liegt, draufsen im Felde zu fast vollständiger Unthätigkeit verurteilt und dort, wo nicht industrielle Nebengewerbe den Landwirt beschäftigend eingreifen, lebt der Ackerbauer und Viehzüchter noch voll und ganz in und mit dem Kreislauf der Natur, deren Walten er während der Winterzeit vollständig machtlos gegenübersteht.

Zwar bietet auch die tropische und subtropische Natur der Agrikultur, wenn nicht Niederschläge und Tau die Vegetation während des ganzen Jahres zu beleben vermögen, in Trockenzeiten bestimmte Einschränkungen oder unthätige Perioden in der Bebauung der Felder, aber dieselben sind dennoch niemals solch einschneidender Art, dafs die ganze wirtschaftliche Thätigkeit des tropischen Landwirts während derselben im Felde brach gelegt wird. Aufserdem vermag der tropische Landbebauer gegen Dürre und Trocknis in erfolgreichster Weise durch Bewässerungsanlagen anzukämpfen und sich somit von dem Wandel und Gange der Natur vollständig unabhängig zu machen. Auch das ist nicht unwesentlich in der Beurteilung des jährlichen Betriebsganges der Agrikultur tropischer Länder, dafs an Stelle der jährlichen Ackerkultur weit verbreitet der plantagenwirtschaftliche Betrieb mit perennierenden Baum- und Strauchgewächsen sich eingebürgert hat, welcher weniger unter anhaltender Dürre und Trocknis Not zu leiden vermag als jene kurzlebigen Pflanzen, welche in 3—4 Monaten entstehen und vergehen müssen.

Vollends bietet der innere Tropengürtel und zwar insbesondere dort, wo es an Niederschlägen nicht gebricht, ein Bild ununterbrochener agrikultureller Thätigkeit, sofern der Betrieb rationell eingerichtet; und in nahezu vollendeter Weise kann hier der ewige Kreislauf der Stoffe zur Entfaltung kommen. Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff und Sauerstoff in ihren mannigfaltigen Verbindungen stürzen sich hier in unaufhörlicher Hast aus der Atmosphäre in die Lithosphäre mit ihrer vegetativen Gewandung und kaum sind sie in der letzteren festgelegt, so steigen sie auch schon wieder in ihre ursprüngliche Heimat auf. Alles ist dort ein rastloses Entstehen und

Vergehen der Stoffe, in welches der Mensch nur einzugreifen braucht, um der Natur die ihm zusagenden Schätze abzunehmen. Mais, Reis, Hirse, Sorghum, Bohnen, Tabak u. s. f. reifen in 3—4 oder höchstens 5 Monaten, und haben sie das Feld geräumt, dann kann sofort eine andere Frucht an ihre Stelle treten, ohne die Stockung, welche die Temperatur-Erniedrigung des Winters in der Vegetation des gemäfsigten Klimas verursacht, abwarten zu müssen.

Aber abgesehen von der selten vorhandenen oder doch meist nur in den Subtropen regelmäfsig durch die Trockenzeit verursachten Unterbrechung des Betriebes, arbeiten auch die Vegetationsfaktoren der tropischen Agrikultur, wie wir ja oben ausführlich sahen, in weit gröfserer Intensität und mit weit gröfseren Mengen während nahezu des ganzen Jahres, als sie je in den kurzen Vegetationsperioden des gemäfsigten Klimas geboten werden können. Das Klima und die Atmosphäre spenden infolgedessen dort in der That mit vollen Händen, sofern es nicht an Feuchtigkeit fehlt, und selbst der ärmlichste Boden der Wüstenländer und des Meeresstrandes vermag die Mühen der Kultur auf das reichlichste zu lohnen. Nicht selten finden wir daher trotz des unthätigen Schlaraffenlebens der Bewohner und trotz mangelnden Verständnisses kultureller wirtschaftlicher Thätigkeit wie ausgedehnten Verkehrswesens gerade in den Tropenländern eine verhältnismäfsig ungeheuer dichte Bevölkerung. Dieselbe liefert einen Beweis für die aufserordentliche Schaffenskraft der tropischen vegetativen Produktionsfaktoren und bietet dem wirtschaftlich und naturwissenschaftlich denkenden Kolonisten die Perspektive auf eine sich stets erweiternde nachhaltige Produktivität von Nahrungs- und Kulturmitteln für die stets wachsende nahrungsuchende Bevölkerung der Erde.

Eins zwar ist klimatisch in der tropischen Agrikultur überall not, das ist die genügende Menge Feuchtigkeit für die Kulturen. Bietet die Natur dieselbe nicht jederzeit und sicher, so ist es die Aufgabe des Landwirts, sie zu beschaffen. Ist indessen diese Frage für die Agrikultur gelöst, dann vermag sich die Produktionsfähigkeit der Natur zu ungeahnter Höhe zu entwickeln, wie die fast extrem zu nennenden Beispiele des vorigen Kapitels dargethan haben.

Wir werden nun die tropische Lithosphäre zu betrachten haben, die als Standort und vornehmlich anorganischer Ernährer der Vegetation die Basis aller Agrikultur bildet.

2. Die Lithosphäre, der Boden.

Handelt es sich darum, einen Boden ganz allgemein landwirtschaftlich auf seinen Kulturwert zu beurteilen, so bedarf es zunächst einer naturwissenschaftlichen Analyse desselben, d. h. es müssen bei gleichzeitiger Berücksichtigung der klimatischen Lage die geologische Natur und vornehmlich die Entstehung des Bodens aufgeklärt, seine chemische Zusammensetzung mufs untersucht, sein physikalisches Verhalten klar gestellt und seine mikroorganogene Beschaffenheit berücksichtigt werden. Erst nachdem über alle diese Faktoren Aufklärung gewonnen, ist eine Beurteilung des betriebswirtschaftlichen Wertes eines Bodens zulässig. Ich will daher die tropische Lithosphäre und die tropischen Böden sowohl in ihrer Gesamtheit wie in ihren Einzelerscheinungen von diesen Gesichtspunkten aus, soweit dieses zur Zeit nach dem vorliegenden Forschungsmaterial überhaupt möglich, einer Betrachtung unterziehen, indem ich den Stoff in folgende Hauptabschnitte gliedere: a. Verwitterung und Bodenbildung in den Tropen, b. den Tropenländern eigentümliche Bodenarten und ihre Verbreitung, c. über die physikalische Beschaffenheit tropischer Böden, d. über die chemische Beschaffenheit tropischer Böden, e. die Mikroorganismen und ihre Thätigkeit in tropischen Böden. Daran werden sich dann noch einige allgemeine Betrachtungen knüpfen müssen, welche teils wirtschaftliche Fragen dieser Materie behandeln, teils pedologischer Natur sind.

a. Verwitterung und Bodenbildung in den Tropen.

Bei den Prozessen der Zersetzung und Verwitterung der Tiefengesteine, sedimentären Gebilde, sowie der Ackerkrume fehlt in den Tropen unter den primären Bodenbildnern die in der gemäfsigten und kalten Zone so mächtige Wirkung des Frostes, welcher durch Überführung des Wassers zu Eis alljährlich seine sprengende und zerstörende Thätigkeit augenscheinlich erkennen läfst — 1,0 Vol. Wasser = 1,09 Vol. Eis. — Es sind jedoch die Unterschiede zwischen dem Maximum und Minimum der Temperaturen der Gesteinsoberflächen — welche nicht mit denen der Atmosphäre zu verwechseln sind — im gemäfsigten Klima und in den Tropen, etwa vom äquatorialen Zonengürtel abgesehen, der Zahl der Grade nach nicht wesentlich verschieden.

In Halle a. S. konnte während der bereits genannten Temperatur-Beobachtungen 1885, 1886 und 1887 konstatiert werden, dafs während

der Sommermonate auf in Brache ruhendem sandigen Lehmboden mit geringem Humusgehalt (ca. 2 %) eine Erwärmung (Insolationswärme) der Erdoberfläche bis zu 47 ° Cels. in maximo eintrat. In den heifsesten Monaten Juli und August zeigte die nackte Erdoberfläche 1885, 1886 und 1887 ein mittleres tägliches Maximum von 31,5 ° Cels. beziehungsweise 39,2 ° Cels., beziehungsweise 35,4 ° Cels.[1]. Dieser Temperaturhöhe dürften im Winter daselbst im äufsersten Falle, wenn die Oberfläche oder das Gestein nicht durch Schnee geschützt wird, Temperatur-Minima von ca. — 20° Cels. entgegengestellt werden können. Dergleichen Kältegrade sind nicht ausgeschlossen, jedoch verhältnismäfsig selten. Im allgemeinen darf man jedoch das Minimum des Erdantlitzes in Mitteldeutschland bei öfterer Wiederkehr nicht unter — 5 bis höchstens — 10° Cels annehmen[2], so dafs die Temperatur-Differenzen zwischen Maxima und Minima des Jahres auf der Erdoberfläche Mitteldeutschlands gewöhnlich gegen 45° Cels. betragen und in den seltensten Fällen zu 60°—70° Cels. anzusteigen vermögen. Die gleiche Temperatur-Amplitude liegt auf der Erdoberfläche tropischer Länder vor. In den Sanden niedrig gelegener Wüsten findet eine derartige Erwärmung des Bodens statt, dafs dieselbe das Ausbrüten von mit Sand bedeckten Eiern durch die Natur gestattet sowie das Koagulieren des Eiweifses in den Sonnenstrahlen ausgesetzten Eiern bewirkt. Das Begehen intensiv von der Sonne belichteter Sande ist recht häufig selbst den an die hohe Wärme-Ausstrahlung gewöhnten nackten Füfsen der Eingeborenen kaum möglich und verursacht auf die Dauer selbst dem beschuhten Reisenden grofse Beschwerden. In Maximo pflegt der Boden und das Oberflächengestein in den Tropen eine Temperatur von 60—70° Cels sehr häufig anzunehmen und in langen Trockenzeiten, wenn eine Wasserverdunstung des Bodens überhaupt nicht mehr stattfinden kann, steigt dieselbe noch erheblich darüber hinaus. Peschuël-Lösche berichtet[3] sogar, auf Tschintschotscho einmal 84,6° Insolationstemperatur abgelesen zu haben, und zu Anfang des Jahres 1876 stieg daselbst während der Zeit vom 1. Januar bis 4. März die Temperatur des Erdbodens nicht weniger als 36 mal über 75° Cels. hinaus[4]. Dem steht eine Abkühlung der Erdoberfläche bis auf 15° Cels.

---

[1] Jul. Kühn, Berichte aus dem physiologischen Laboratorium und der Versuchsanstalt des landwirtschaftl. Instituts der Universität Halle. Heft VII S. 68. Heft VIII S. 31 ff., S. 131 und Tabelle des Anhangs.

[2] Woeikoff, Die Klimate der Erde. I. Teil. S. 276 ff.

[3] Dr. Peschuël-Lösche, Ausland. Jahrgang 1884. S. 425.

[4] Dr. Peschuël-Lösche, Die Loangoexpedition. Leipzig 1882. III. Teil. S. 64.

und auch noch darunter häufig gegenüber. Es kann auch in dem innern Tropengürtel oft recht empfindlich kühl werden; kommen doch sogar zuweilen Hagelfälle vor[1]. So beträgt auch hier die Differenz der Temperatur-Maxima und Minima auf der Erdoberfläche während des Jahres in wiederholten Fällen mindestens 45° Cels., ja man darf sogar annehmen, dafs diese Ziffer im Vergleich zu der Rechnung, welche ich für Mitteldeutschland aufstellte, noch zu niedrig gegriffen ist und auf 50° erhöht werden kann; in selteneren Fällen erreicht sie vielleicht 60° und in Ausnahmefällen vielleicht 75° in Rücksicht nicht auf einen Tag, sondern auf das ganze Jahr.

Die Funktion der Zerstörung der Erdrinde, welche bei uns nun die alljährlich wiederkehrende Temperaturerniedrigung des Winters unter 0° besorgt, wird in den Tropen durch die häufigen, oft täglich und plötzlich eintretenden Temperaturwechsel von hohem Maximum zu niedrigem Minimum ausgeführt. Durch jeden Niederschlag an sich findet schon eine erhebliche Abkühlung der Oberfläche statt, da der tropische Regen im Mittel zumeist eine Temperatur von ca. 20°—24° zu besitzen pflegt. Dieselbe wird indessen noch aufserordentlich gesteigert durch die rapide Verdunstung. Es ähnelt daher infolge seiner Heftigkeit der Regenfall in Bezug auf die kühlende Wirkung einer starken Brause, so dafs Temperaturschwankungen von 30—40° Cels. im Laufe eines Tages, welche im gemäfsigten Klima kaum oder niemals vorkommen, dort durchaus keine ungewöhnlichen Erscheinungen auf der Gesteinsoberfläche sind. Infolgedessen geht eine beständige, häufig tägliche und nicht unbedeutende physikalische Veränderung der Gesteins- und Bodenpartikelchen vor sich, welche dieselben dank der ungleichen Ausdehnungsfähigkeit der verschiedenartigen Mineralien einer schnellen Auflösung entgegenführt.

Infolge der so oftmaligen Wiederholung des Wechsels der Temperaturen bilden sich auf der Oberfläche der Gesteine Risse und Sprünge, die häufig zu einem plötzlichen Zer- und Abspringen der Gesteinsoberflächen Veranlassung geben, eine Erscheinung, welche man mit dem Namen Desquamation (Abschuppung) bezeichnet hat. Fraas, Livingstone, Wetzstein sahen und hörten deutlich das Abspringen von Gesteinsteilchen an Feuersteinen, Basalten und anderem Gestein, welches durch die Wirkung der Sonne am Morgen oder bei Nacht während der Abkühlung verursacht wurde[2]. Ich möchte die zersetzende Wirkung des Frostes bei uns mit derjenigen weniger mächtiger Hammerschläge vergleichen, denen in den Tropen auf Grund der häufigen hohen

[1] Dr. Peschuël-Lösche, Das Kongoland. Jena 1887. S. 448.
[2] v. Richthofen, Führer für Forschungsreisende. Berlin 1886. S. 94.

Temperaturwechsel solche in schneller und wiederholter Aufeinanderfolge, wenn auch nicht immer von derselben Wucht gegenüberstehen.

Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, daſs auch die höhere mittlere Luft-Temperatur der Tropenländer, welche im Jahresmittel diejenige Mitteldeutschlands um 10—20° Cels. übertrifft und während der heiſsen Zeit manchenorts andauernd, monatelang alltäglich bis zu einer Höhe von 35° und darüber ansteigt, nicht nur als solche, sondern auch in ihrer relativen Übertragung auf die Gewässer und Niederschläge den Zersetzungs- und Verwitterungsprozeſs auſserordentlich beschleunigt. Sie wirkt auch indirekt in besonders hohem Grade, indem sie eine der Bedingungen des gröſseren oder geringeren Reichtums des pflanzlichen Lebens ist, das ja so mannigfaltigen Anteil an der direkten Bodenbildung einerseits und andrerseits an der Gesteinszertrümmerung nimmt.

In physikalischer Beziehung nimmt ferner in den heiſsen Ländern das Wasser in seinen groſsen Massen und im Feuchtigkeitsgehalt der Luft (von im Mittel häufig 80—85) noch eine besonders wichtige Stellung unter den Zersetzungsfaktoren ein. Niederschläge in Mengen von 2000—5000 mm pro Jahr und darüber haben natürlich eine ganz andere Wirkung als solche von nur 400—600 mm, wie sie in Mitteldeutschland fallen. Dazu kommt die Massenwirkung des Wassers in kürzester Zeit. Einzelne Gewitterregen, sogenannte Donnerhuschen, sind im stande, innerhalb weniger Stunden 50—100 mm, ja sogar noch darüber über die Oberfläche zu ergieſsen[1]. Bei heftigen tropischen Cyklonen fallen noch viel gröſsere Mengen in kurzer Zeit. So fielen am 20. Oktober 1882 in Manila 165 mm Regen in 1 Stunde und davon in einer Viertelstunde allein 100 mm[2].

Fast unglaubliche Höhe erreichen die Niederschläge, wie wir sahen, am südlichen Fuſs des Himalaja-Gebirges, welche sogar auf 23 Meter pro Jahr berechnet wurden, während 5—6 Meter Regenfall pro Jahr in einigen Gegenden Indiens, Hinterindiens und auf den Inseln des indisch-malayischen Archipels durchaus nicht zu auſsergewöhnlichen Erscheinungen gerechnet werden.

In feuchten und heiſsen Klimaten vollzieht sich die Verwitterung leicht und schnell, in heiſsen und trockenen langsamer, und wo hohe Kältegrade herrschen, vermag selbst ein Überfluſs von Wasser sie nur in unbedeutendem Maſse hervorzubringen. In der gemäſsigten Zone entspricht sie dem, was der Name: gemäſsigt besagt.

---

[1] Dr. Peschuël-Lösche, Die Loangoexpedition. Leipzig 1882. III. Teil. S. 88 ff.
[2] Woeikoff, Die Klimate der Erde. I. Teil. S. 26.

Auch der gröfseren tierischen und pflanzlichen Thätigkeit bei der physikalischen Zersetzung organischer und anorganischer Materie ist hier noch zu gedenken. Pflanzliche Parasiten in ungeahnter Masse bringen grüne Bäume zum frühen Absterben, um sie der ununterbrochenen Thätigkeit der nagenden und bohrenden Käfer, Würmer und Larven zu überliefern, und schon nach wenigen Jahren ist ein gestürzter Stamm fast dem Erdboden gleich gemacht. Die beständig grünende und zehrende Vegetation arbeitet an der Zertrümmerung des Gesteins, und Flechten, Moose und Farne vollführen in den Wäldern der Tropen am Boden und Gestein ein rastloses Zerstörungswerk.

Dazu kommt nun aber, dafs die chemischen Kräfte, welche in der heifsen Zone an dem Verwitterungsprozefs beteiligt sind, wegen ihrer grofsen Intensität und der Wärme der die Agentien anziehenden und aufnehmenden Wässer weit gewichtigere Rollen spielen als im gemäfsigten Klima. Die Atmosphäre der heifsen Länder ist, wie früher erörtert, zumeist oder sicherlich lange Zeit hindurch reicher an aktivem Sauerstoff, d. h. Ozon, zuweilen oder doch sicherlich in ihrer absoluten Menge pro Jahr reicher an Kohlensäure, salpetriger Säure, Salpetersäure, Ammoniak und andern Wasserstoffverbindungen, und sie besitzt infolgedessen eine aufserordentlich gesteigerte Fähigkeit der Gesteins- und Bodenzersetzung; eine noch gröfsere wohnt jedoch den Niederschlägen inne, welche diese Stoffe und mit ihnen zugleich die Humussäuren aufnehmen und dem Gestein und tiefern Erdschichten zuführen.

Wenn man in der gemäfsigten Zone in freiem, durch Ausdünstungen unbeeinflufstem Felde in 10 Litern Luft in maximo 3 cbcm = 6 mg Kohlensäure, entsprechend 3 Volumteilen in 10000 Teilen Atmosphäre, rechnen darf[1], so ist der Gehalt an Kohlensäure in der tropischen Atmosphäre möglichenfalls häufig 7—8 mg in 10 Litern. In der vegetationsarmen Wüste betrug der Gehalt der Atmosphäre an Kohlensäure nach Untersuchungen, welche M. von Pettenkofer[2] an Material ausführte, das Zittel 1874 aus Farafreh und Dachel in an beiden Enden zusammengeschmolzenen Glasröhren nach München mitgebracht, sogar 4,47, 4,94 und 4,73 Volumteile Kohlensäure in 10000 Volumteilen Luft. Das entspricht einem Gehalt von 9,4 mg Kohlensäure in 10 Litern Luft[3]. Diese beträchtlichen Mengen oder doch die pro Jahr absoluten Mengen atmosphärischer Kohlensäure wirken sowohl in

---

[1] Dr. Ernst Ebermayer, Die Beschaffenheit der Waldluft und die Bedeutung der atmosphärischen Kohlensäure. Stuttgart 1885. S. 25.

[2] Zeitschrift für Biologie. Bd. II S. 381.

[3] Vgl. hierzu die früheren Erörterungen S. 107 ff.

ihrer atmosphärischen Form auf die Zersetzung und Einleitung einer langen Reihe chemischer Prozesse in Gestein und Boden ein, als vornehmlich nachdem sie den Wässern und Sickerwässern der Gesteine und losen Erden durch die Niederschläge mitgeteilt und von diesen absorbiert sind. In Regionen mit üppiger Vegetation sind die in Menge und während des ganzen Jahres schnell verwesenden oberirdischen und unterirdischen Pflanzenreste obendrein den Sickerwässern noch eine besonders reiche Quelle für Kohlensäurezufuhr, und nicht minder bieten dieselben ohne Unterlaſs stets groſse Quantitäten von Humussäuren. Die Wässer sind daher in einer Weise mit diesen Gesteinsnagern gesättigt, mit welcher sich diejenigen der gemäſsigten Zone nicht im entferntesten messen können. Eine wie groſse Rolle aber speciell das kohlensäurehaltige Wasser bei der Zersetzung der Silikate von Kalk, Kali, Natron, Eisenoxydul und Manganoxydul und der Ausscheidung der Kieselsäure spielt, darf wohl nicht besonders hervorgehoben werden; der ganze Prozeſs der Thonerdebildung hängt bekanntlich damit zusammen und ebenso die Eigentümlichkeit der Lateritbildung, auf welche wir später eingehen werden.

Aber auch der in der That vorhandene höhere Reichtum der tropischen Atmosphäre an Ozon, salpetriger Säure und Salpetersäure zur Zeit der Gewitterentladungen, welche an Zahl pro Jahr 3 bis 10fach diejenigen der gemäſsigten Zone übertreffen und obendrein viel intensiver wirken (30—50 Entladungen in der Minute), kommt, von den Sickerwässern aufgenommen und bei der relativ hohen Temperatur derselben, auf das wirkungsvollste zur Geltung. Die Umwandlung des Magneteisens (Eisenoxydoxyduls) in Roteisenerz (Eisenoxyd), des Spateisensteins (kohlensaures Eisenoxyd) in Brauneisenstein (Eisenoxydhydrat), die Vitriolisierung, Umwandlung der Schwefelmetalle in wasserlösliche Metalloxyde, gehen daher in den Tropen besonders energisch vor sich. Der hohe Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre, zumal in Gegenden, welche über 2500 mm Regenfall pro Jahr aufzuweisen haben, und diese Masse der Niederschläge selbst befördern die Überführung der wasserfreien in wasserhaltige Mineralien. Das Eisenoxyd geht schnell in Eisenoxydhydrat über und Anhydrit in Gips, welch letzterer Prozeſs dann ja infolge der groſsen Volumvermehrung zu auſserordentlich wirkungsvollen physikalischen Veränderungen führen kann.

Schlieſslich verdienen die organischen Substanzen ihrer groſsen Menge wegen in den Tropen, dort wo sie vorliegen, noch besonders als chemische Verwitterungsfaktoren aufgeführt zu werden. Sie sind nebst ihren Zersetzungsprodukten und Kohlenwasserstoffen das einzige Reduktionsmittel mineralischer Stoffe. Von den Sickerwässern auf-

genommen, entziehen sie bei der Bildung von Kohlensäure den Eisenoxyd-Verbindungen Sauerstoff und reduzieren dieselben zu Eisenoxydulverbindungen. Zu der Bildung des in den Tropen häufig auftretenden Limnits und Raseneisensteins können sie gleichfalls die Veranlassung geben; das wird später noch einmal berührt werden müssen.

So wirken bei genügender Feuchtigkeit die Atmosphärilien und die zum gröfseren Teil aus ihnen herzuleitenden chemischen Prozesse in der Erde in ganz intensiver Weise an der Zersetzung der Erdrinde und sind somit der Agrikultur aufserordentlich wertvolle Mitarbeiter in der indirekten Nährstoffzufuhr für die Pflanzen.

Dem hohen Gehalt der Gewässer an Kohlensäure, andern Säuren und schliefslich auch Ammoniak ist es auch neben der tiefen Erwärmung vornehmlich mit zuzuschreiben, dafs die Zersetzung der Erdrinde in den Tropen oft in ganz besonders auffälliger Tiefe vor sich gegangen. Mir ist dieses namentlich in Brasilien an den Bahndurchschnitten der Eisenbahnen von San Paulo nach Campinas und nach Rio de Janeiro aufgefallen. Auch Darwin teilt mit, bei Rio Granit und Gneis bis 100 Meter Tiefe hochgradig zersetzt angetroffen zu haben, und v. Richthofen[1] berichtet sogar von einer Verwitterung archäischer Schiefer im südöstlichen Teile der Vereinigten Staaten bis 200 Meter Tiefe.

Dabei ist es auch von hervorragender Bedeutung, dafs die Vegetation und der perpetuierliche Austausch der Stoffe zwischen Litho- und Atmosphäre niemals in den Tropen eine derart lange Unterbrechung erfährt, als es in der gemäfsigten Zone durch die lange Winterzeit der Fall ist, in welcher die Vegetation ruht und der Verwitterungsprozefs eine Verlangsamung erleidet.

Wo obendrein Wälder in endlosen Flächen in heifsen und feuchten Klimaten die Erdoberfläche überziehen, dort ist der Austausch der Stoffe, welche niedergelegt werden und sich wieder verflüchtigen, und ihre Arbeit an der Korrosion und Abrasion der Bodenerhebungen eine ebenso entwickelte wie rastlose, und die Vegetation der pflanzlichen Gebilde niederer Ordnungen sowie zahlreiche pflanzliche Mikroorganismen tragen durch Überwucherung und Einnistung in die Gesteine direkt dazu bei, den Verwitterungsprozefs derselben aufserordentlich zu beschleunigen.

Einiger in den Tropen besonders häufig vorkommender, specifisch tropischer Bodenbildungen durch sekun-

---

[1] v. Richthofen, Führer für Forschungsreisende. Berlin 1886. S. 112.

däre Faktoren mufs hier noch speciell gedacht werden. Von der Beschreibung jener, welche auch in der gemäfsigten Zone allgemein und häufig beobachtet werden können, will ich indessen Abstand nehmen.

Die subaerische und speciell äolische Bodenbildung, zu welch letzterer sich heute im gemäfsigten Klima Mitteleuropas nur in der Dünenbildung der Meeresgestade ein besonders hervortretendes, noch thätiges Analogon findet, hat darum im heifsen Klima soviel Anteil an der Entstehung loser Erdmassen, weil die periodischen und oft lang anhaltenden Trockenzeiten mancher Regionen den Winden und Stürmen das Material zur Fortbewegung liefern. So zeichnen sich die Löfsablagerungen Chinas (mit einer Mächtigkeit von zuweilen über 500 m) und diejenigen Brasiliens, der Regur Südindiens, die Schwarzerde von Texas, die Kampböden und Pampas Südamerikas und schliefslich der Tschernosem Südrufslands ebensosehr durch die Gröfse der Ausdehnung wie durch die Höhe der Auflagerung aus. Noch heute ist diese Art der Bodenbildung in den Wüsten, Steppen umd auf dem kahlen Hochplateaus eine sehr ausgedehnte und liefert infolge des hohen Feinheitsgrades und der vorzüglichen Mischung des zersetzten Materials spätern Erdepochen bei günstigeren klimatischen Verhältnissen eine vorzügliche Ackerkrume. Im centralen Asien und dem nördlichen China begrüfsen die Bewohner die Staubstürme als fruchtbringend, weil sie die Felder mit einer Erdschicht überdecken, die wie ein Düngungsmittel wirkt. Wie weit übrigens der feine, die ganze Atmosphäre gelb färbende Staub getragen wird, hatte ich Gelegenheit auf dem atlantischen Ocean zu beobachten, wo das frisch gestrichene Schiff in einer Entfernung von fast 100 englischen Meilen von der Westküste der Sahara mit einer nahezu $^1/_4$ mm starken Staubschicht während eines östlichen Staubwindes überzogen wurde[1].

Aber nicht nur die äolische, sondern jede Art der subaerischen Bodenbildung, mag sie sich als fluvio-terrestre, als imbro-terrestre, als lacu- oder laguno-terrestre und schliefslich herba-terrestre Ablagerung gesondert oder in Wechselung miteinander und auch in Vermischung mit äolisch-terrestrischen Ablagerungen äufsern und mag sie in vegetationslosen Regionen ungeschichtete löfsartige oder deutlich geschichtete thonige, lehmige oder sandige Gebilde darstellen, geht aus wohl verständlichen Gründen in den tropischen Zonen weit intensiver vor sich als in den gemäfsigten. Die Masse der Niederschläge, die zu zeitweisen, plötzlich auftretenden und dann wieder verschwindenden, meter-

[1] Vergl. auch Dr. Karl v. Fritsch, Allgemeine Geologie. Stuttgart 1888. S. 211 ff.: Staubregen auf den canarischen Inseln.

tiefen und viele Meter breiten fluviatilen Neubildungen Veranlassung geben, die Gewalt der regellosen schwemmenden und verschlämmenden Regenwässer, die Vergünstigungen, welche die niedere Flora in salzfreien und salzarmen lagunenartigen Niederungen erfährt, ihr vollständiges Absterben zu den Zeiten der alljährlichen Trocknis, die Pflanzenproduktion der weiten Gras- und Kräuterebenen in den Steppen und Campos, alles dieses sind terrestre bodenbildende Faktoren, welche in der gemäfsigten Zone, fast möchte ich sagen, nur en miniature zur Geltung gelangen, mit denen jedoch die tropische Agrikultur in mehr denn einer Beziehung zu rechnen hat, wenn sie den Boden studiert.

An den Küsten und zwar dort, wo das Süfswasser der Flüsse und das Meereswasser miteinander in Berührung treten und Gewässer mit schwachem Salzgehalt bilden, welche durch die Gezeiten ohne Brandung über flache, sumpfige Terrains bald gegossen, bald zurückgezogen werden, findet dann noch eine eigentümliche Art der Bodenbildung statt, zu welcher an den Meeresküsten der gemäfsigten Zonen kaum ein passendes Analogon vorliegt. Diese dem Einflufs der Fluten ausgesetzten sumpfigen Niederungen sind sowohl an der Ostküste Amerikas, der West- und Ostküste Afrikas, wie auch an den asiatischen Gestaden mit einer üppigen, aufserordentlich dichten, bald hochstämmigen, bald buschigen Vegetation bedeckt und mit Recht wegen ihrer Ausdünstungen als Fiebererzeuger gefürchtet. Mangrove-Sümpfe ist der allgemeine Name für dieselben nach dem Pflanzenkleide, welches sie tragen.

Es giebt verschiedene Arten dieser Pflanzengattung. In Ostafrika ist vornehmlich die stachelspitzige Rhizophora mucronata zu Hause, in Westafrika Rhizophora Mangle, welche auch an der Ostküste Amerikas auftritt und dort in eine arm- und eine reichblühende Varietät zerfällt. Die Rhizophora conjugata mit zugespitzten Blättern und zugespitzten Blütenstielen ist vornehmlich in Asien anzutreffen, und gleichfalls Bruguiera, Kandelia und Ceriops, welche besonders in Indien verbreitet sind. Es giebt ungefähr 50 verschiedene Arten, welche den Rhizophoraceen angehören und als tropische Uferwälder den allgemeinen Namen Mangrove führen; aber auch Repräsentanten andrer Arten nehmen an der Uferbildung teil und werden unter die Mangrovevegetation gerechnet, so in Afrika und Amerika von den Combretaceen Langunculárea racemosa, Conocarpus und Bucida, von den Verbenaceen besonders Avicennia, von den Myrsineen Aegiceras, von den Myrtaceen Sonneratia[1].

[1] Dr. Oskar Drude, Handbuch der Pflanzengeographie. Stuttgart 1890. S. 252.

Die Mangrove-Vegetation tritt bald in stämmigen Waldungen mit Stämmen bis zu 36 m Höhe über dem höchsten Wasserstand auf, bald in buschigen Gebilden. Am Kamerun-Ästuar befinden sich vornehmlich aufserordentlich schlank gewachsene Mangrove-Waldungen und in fast allen Flufsmündungen des tropischen Westafrika sind sie vertreten. Dahingegen sah ich an der Ostküste Brasiliens im Busen von Santos, von Paranagua und São Francisco vornehmlich eine mehr buschartige Vegetation der Sümpfe.

Die Rinde der Mangrove ist glatt, hellgrau, gelblich-rötlich bis braun angehaucht. Das Holz ist hellfarbig, schwer und liefert geschätztes Baumaterial, die mittlere Höhe der hochgewachsenen Stämme beträgt ca. 20—25 m bei einer Stärke von wohl selten über 25 cm. Die Blätter und Spitzen der Zweige werden zum Gerben verwandt.

Das Eigenartige der Mangrove besteht darin, dafs die Stämme, resp. Büsche auf wurzeligem, stelzenartigem Unterbau stehen, welcher ungefähr die Höhe der Flutensteigung und darüber besitzt und sehr zahlreiche Luftwurzeln trägt. Diese letzteren treten jedoch auch an den höheren Teilen der Pflanze auf. Je älter und dichter die Bestände sind, desto verschlungener und grotesker sind gerade die unteren Teile der Pflanzen ausgebildet. Eng gedrängt und überaus zahlreich, bald knorrig und gewunden, bald schön gebogen und weit gespannt kreuzen und verschlingen sich die in der Regel wieder mehrmals geteilten Haltwurzeln der einzelnen benachbarten Pflanzenindividuen nach jeder Richtung hin in einem kaum unterscheidbaren Gewirr. Nach der Art der Bäume der gemäfsigten Zone wächst kaum ein einziges Individuum massiv aus dem Boden heraus. Ein jedes ruht auf einem vielgeteilten Wurzelgerüst. Zuweilen ruht auch der eigentliche Stamm horizontal auf dem Wurzelgerüst und entsendet viele hochstrebende Äste nach oben. Gemeiniglich vereint sich jedoch das Wurzelsystem zu einem aufstrebenden Stamme.

Bei Flut tritt fast der ganze Wurzelapparat unter Wasser, und auch die zarten aber dicken Luftwurzeln werden benetzt. Bei Ebbe bildet das oberirdische Wurzelgerüst ein undurchdringbares Gewirr auf morastigem, stinkendem Boden, so dafs ein Beschreiten der Sümpfe zur Unmöglichkeit wird.

Bei jedesmaliger Überflutung dieser Sumpfflächen mit den schmutzigen Wässern der ausmündenden Flüsse findet durch das Niedersinken der festen Bestandteile der Gewässer eine Bereicherung des Sumpfes statt, und das um so mehr, als die verschlungenen Wurzelgebilde fast siebartig beim Zurücktreten der Wässer die vielen kleinen suspendierten Partikelchen zu Fall bringen oder zurückhalten, so dafs sie nach ein-

getretener Ebbe einen Anblick gewähren wie ein Busch oder Zweig, welcher durch Morast gezogen.

So zeigen sich die Rhizophoren- etc.- Bestände als vorzügliche Landbildner. Allmählich erhöht sich das sumpfige Terrain, die gewöhnlichen Gezeiten vermögen es nicht mehr unter Wasser zu setzen und es bleibt schliefslich den Hochfluten und Springfluten überlassen, das letzte Material zu liefern, um das feste Land herzustellen. Dann verschwindet die Mangrove-Vegetation und an ihre Stelle drängt vom Lande her die Landflora ein, um von dem neugebildeten Festlande Besitz zu ergreifen. Farne, Juncaceen, Scitamineen, die wilde Dattelpalme, die stammlose Raphia, im malayischen Archipel die monotypische Nipa fruticans, und an offenen Orten Papyrus-Horste treten ein, und ihnen folgt alsbald ein hochstämmiger Galleriewald.

Die Mangrove-Vegetation ist sehr empfindlich gegen den Salzgehalt des Wassers. Meereswasser mit seinem vollen Salzgehalt liebt sie ebensowenig wie süfses Flufswasser. Und wo die Mangroven an den Mündungen grofser Flüsse sich hinauf in das scheinbar reine Süfswassergebiet erstrecken, findet sich auf dem Grunde des Flusses das specifisch schwerere salzige Wasser aus dem Meere vorgeschoben, wie Pechuël-Lösche dieses am Kongo nachgewiesen hat. Nach Drude[1] bezweifelt Göbel zwar, dafs die Mangroven überhaupt an einen bestimmten Salzgehalt im Boden gebunden seien. Aber wenn auch Göbel Bruguiera im hochgelegenen botanischen Garten zu Buitenzorg gezogen, so dürfte doch dieses einzelne spontane Beispiel gegenüber den charakteristischen Verbreitungsgrenzen der Mangroven wenig besagen.

Ist das Land der Mangrove-Vegetation trocken gelegt, so ist es zwar noch weit davon entfernt, ein gutes Kulturland zu sein. Aber Küstenerhebungen von wenigen Fufs oder Metern reichen hin, es für die Zukunft dafür zu prädisponieren. Die Masse feinverteilter organischer Stoffe, die absorbierten und leicht löslichen chemischen Materialien der Flufswässer, die Kali- und Natronsalze der Meereswässer, die häufig bei eintretender Ebbe zurückbleibenden Seetiere, Fische, Krebstiere, Muscheln (speciell Ostrea arborea) etc., alle diese Substanzen haben dem Sumpfboden ein wertvolles Material für die Pflanzenernährung geliefert.

An der Ostküste Englands wachsen, wie die Untersuchungen von Geikie gelehrt, die flachen Küsten von Lincolnshire durch einen Teil

[1] Dr. Oskar Drude, Handbuch der Pflanzengeographie. Stuttgart 1890. S. 253.

des den Küsten von Yorkshire entführten Materials allmählich, wenn auch kaum merklich an, und dort, wo Ouse und Trent in den Humber einmünden, unweit Goole, sind die ehemalig sumpfigen und den Fluten ausgesetzten Terrains durch Dämme mit Schleusen, welche nach eingetretener Flut geschlossen werden, um den Absatz und Niederschlag der Stoffe bei stehendem Wasser zu beschleunigen, zu fruchtbarstem Ackerland umgewandelt. Schichtförmig lagert sich dort deutlich erkennbar ein Absatz auf dem andern und bildet daselbst das fruchtbare Warpingland, auf welchem ein englischer Square-head-Züchter eine ganz besonders ertragreiche Spielart gezogen hat, deren Ruf mich einst in jene Gegend führte. Heute sind Dämme und Schleusen überflüssig, und nur bei besonders hohen Springfluten gewähren sie dem Farmer die Beruhigung, keiner Gefahr der Überschwemmung ausgesetzt zu sein. So sehr ist das Land gegen früher über den Wasserspiegel des Meeres gehoben worden. Was hier durch ingeniöse kulturelle Einrichtungen dem Wasser an fruchtbarem Terrain abgerungen ist, vollzieht in den Küstenländern der Tropen die Natur von selbst dank der Mangrove-Vegetation, wenn auch langsam, so doch stetig.

Das grofsartigste und ausgedehnteste Beispiel der landbildenden Thätigkeit der Mangrove-Vegetation bietet Guyana. Die ungeheure Masse der vom Amazonas und Essequibo dem Meere zugeführten Bestandteile wird durch die Mächtigkeit und Beständigkeit der Meeresströmung, welche die Flüsse bei ihrer Mündung parallel der Küste ablenkt, dort durch die Mangrove-Vegetation niederschlagen, und infolgedessen ist diese Küste in ständigem Anwachsen begriffen.

Nicht unbedeutend ist die Boden bildende Thätigkeit kleiner Tiere, auf welche wohl Darwin zuerst in seinen Studien über die Bedeutung der Regenwürmer in Gegenden mit anhaltend feuchtem Boden hingewiesen hat. In den Tropen werden dieselben durch Wald- und Grasbrand häufig vernichtet, und aufserdem finden sie in Gegenden, welche längere Zeit regenlosen Trockenperioden ausgesetzt sind, keine zusagenden Existenzbedingungen. Hier nun sind es die Termiten, welche durch ihre zuweilen an 5 m Höhe reichenden Bauten ein ausgezeichnetes Bodenmaterial zusammentragen, bis die Hügel der Zerstörung durch natürliche Faktoren anheimfallen. Am rechten Ufer des Geba in Portugiesisch Guinea, nahe der Mündung des Flusses und der Stadt Bulama, hatte ich Gelegenheit, eine fast endlose Zahl von Termitenhügeln kennen zu lernen, welche über die Ebenen und an den Hügeln zerstreut lagen und von weitem den Anblick von Ansiedlungen der Eingeborenen oder eines

militärischen Barackenlagers gewährten. Auch von Reisenden in Ostafrika wird häufig umfangreicher Termitenhügel Erwähnung gethan, und Buchner sagt, die Umgegend von Malansch in Südwestafrika schildernd[1]: „Überall, soweit die Oberfläche ziegelrot ist, liegen einige Millionen gleichfalls ziegelrote Termitenhügel, unregelmäfsige Pyramiden von 2—3 m Höhe bildend, so dicht, dafs auf jeden Hektar mindestens 5 kommen.“ Man kann sich denken, dafs diese Erdhaufen, wenn die Kolonieen ausgestorben und die Hügel durch Sturm planiert oder durch Regen oder Überflutung niedergelegt worden, einen beträchtlichen Teil feinkrümeligen Bodens liefern.

An der Bildung und Zusammensetzung des Bodens in Ländern der heifsen Zone nimmt nur eine Gesteinsart einen relativ besonders hervortretenden Anteil. Es sind dieses die neovulkanischen Gebilde, deren Entstehung und häufiges Auftreten durch zum Teil heute noch thätige Vulkane mit der grofsen Bruchlinie im Erdgürtel in erster Linie zusammenhängt. Aber auch isolierte neuvulkanische Erhebungen und ferner Eruptionslinien, wie z. B. diejenige von Kamerun, Fernando Po, Principe, St. Thomas und Annobon, finden sich in den tropischen Zonen in gröfserer Zahl als in der gemäfsigten und kalten. Verhältnismäfsig gering und vornehmlich in Afrika ist dagegen die obere paläozoische Formation und der gröfsere Teil des Mesozoischen mit Ausschlufs der obern Kreide in den Tropen ausgebildet. Auch tertiäre Ablagerungen sind nicht so häufig anzutreffen als in der gemäfsigten und kalten Zone. Süfs in seinem „Antlitz der Erde“ und Neumayr in seiner „Erdgeschichte“ geben in ihren ebenso umfangreichen wie geistreichen Studien einen eingehenden Einblick in den geologischen Aufbau unseres Planeten, wir müssen es uns versagen, hier im allgemeinen näher darauf einzugehen, kommen jedoch ausführlich bei der Betrachtung des geologischen Baues unserer Kolonieen auf die einzelnen Haupt- und Unterformationen zu sprechen, welche dort angetroffen sind.

Generell läfst sich in Rücksicht auf die Agrikultur aus dem vorhin Gesagten nur folgern, dafs überall dort, wo erloschene oder noch im Wachsen stehende neovulkanische Gesteinsgebilde in Verwitterung begriffen sind und kulturfähigen Ackerboden liefern, dieser nach seiner chemischen Zusammensetzung der Quantität wie Qualität der Kulturprodukte die denkbar günstigsten Bedingungen liefert. Hawai, Fernando Po und Java, das Musterland der tropischen Agrikultur, sind dafür ausgesprochene Beweise. Auch in der deutschen Land- und

[1] Ausland 1883 S. 848.

vornehmlich Forstwirtschaft[1] ist dieses genügend bekannt. v. Richthofen[2] hat nicht unterlassen, auf die dichten Wälder der Hauptmasse der ungarisch-siebenbürgischen vulkanischen Gebirge, sowie des Vogelsgebirges und der Rhön besonders aufmerksam zu machen, und ich möchte dabei auch noch hervorheben, in wie auffälliger Weise der Baumwuchs und das Unterholz des Meifsner, Hirschberges und Hohen-Hagen in Hessen und Süd-Hannover abstechen von der Bewaldung des Zechsteins und der angrenzenden mesozoischen Höhenzüge sowie angelagerter tertiärer Gebilde. Nicht zum wenigsten ergiebt sich die grofse Produktionsfähigkeit der Böden aus vulkanischen Gesteinsmaterialien aufser aus der der Vegetation besonders zusagenden Zusammensetzung und Reichhaltigkeit der chemischen Substanzen, auch aus den vorteilhaften physikalischen Zuständen, welche die Verwitterungsprodukte derselben den Pflanzen bieten.

Sofern in den tropischen Ländern ein geringerer Gehalt an Kalk im Boden vorhanden, als wir in der gemäfsigten Zone als besonders notwendig betrachten, ist zu berücksichtigen, dafs zwar der Kalk als Pflanzennahrung überall auf dem Erdball die gleiche gewichtige Rolle spielt, dafs er aber als Beförderer des Stoffumsatzes im Boden und der physikalischen Verbesserung desselben für die tropische Vegetation entbehrlicher ist, da ihn hier die klimatischen Verhältnisse in seinen Funktionen zu ersetzen vermögen. Diese Ansicht, welche sich mir bereits bei meiner ersten Anwesenheit in den Tropen aufgedrängt hatte und welche ich immer wieder glaubte bestätigt gefunden zu haben, wird auch von Dr. Max Fesca vertreten, welcher in seinen so gründlichen Arbeiten über die japanische Landwirtschaft und speciell über die japanischen Ackererden und Bodenarten die wissenschaftlichen Belege für dieselbe bringt[3]. Er kommt dabei zu dem praktisch wichtigen Resultat, dafs durch reichliche Kalkdüngung „der Gehalt an Nährstoffen in der obern Bodenschicht nicht nur um die von den Pflanzen aufgenommene Menge vermindert, sondern weiterhin noch ein Teil der aufgeschlossenen Nährstoffe in den Boden gewaschen wird", und will infolgedessen die Anwendung der Kalkdüngung in Japan sogar gesetzlich eingeschränkt wissen[4]. Somit wird man es nun auch

---

[1] Dr. C. Grebe, Gebirgskunde, Bodenkunde und Klimalehre in Anwendung auf die Forstwirtschaft. 4. Auflage. Berlin 1886. S. 90.

[2] v. Richthofen, Führer für Forschungsreisende. S. 477.

[3] Prof. Dr. Max Fesca, Beiträge zur Kenntnis der japanischen Landwirtschaft. Berlin 1890. S. 265.

[4] Daselbst S. 277.

Diese schöne und besonders in Rücksicht auf die subtropische Agrikultur

wohl begreiflich finden, dafs in Tropenländern die Verwitterungsböden von reinem Kalkgestein weniger günstige Vegetationsbedingungen bieten als die der kalkärmeren Gesteine, zumal ja auch gerade der Kalkboden durch eine trockene Erhitzung die Kulturen schädlich beeinflussen kann. In der That giebt es in den Tropen eine weit geringere Zahl von Kulturgewächsen, denen man ein specifisches Bedürfnis nach Kalknahrung oder Kalkdüngung nachsagen kann, als in der gemäfsigten Zone. Dieses wird sich auch aus Kapitel IV ergeben, welches die tropischen und subtropischen Kulturgewächse mit ihren Nahrungsansprüchen behandelt.

Auch der häufig auffällige, nicht nur scheinbar, sondern wirklich vorhandene Humusmangel in tropischen Böden — der auf die schnelle Zersetzung der organischen Substanzen und die Gewalt der Niederschläge und abfliefsenden Wassermassen zurückzuführen — ist für die Pflanzenkultur von geringerer Bedeutung, als dieses im gemäfsigten Klima der Fall ist. Der Humus befördert bei uns vornehmlich die Erwärmung des Bodens und Erhaltung der Wärme, diese ergiebt sich in den Tropen bereits zur Genüge aus der intensiveren Bestrahlung seitens der Sonne. Der Humus erhält ferner die Feuchtigkeit, ein Umstand, welcher seine Anwesenheit zwar in regenarmen Tropengegenden recht wertvoll, in regenreichen jedoch mehr schädlich wie nützlich macht. Er befördert schliefslich die Absorptionsfähigkeit des Bodens in hohem Grade. Das ist zwar für die Tropen gleichfalls von hoher Bedeutung, wenn nicht gerade Thonerde und Eisenoxydhydrat ergänzend eintreten. Diese besitzen aber gerade in den Tropenländern ein weit verbreitetes Vorkommen.

Man pflegt sich übrigens häufig durch die gelbe oder braune Färbung des Bodens in den Tropen über den wahren Humusgehalt täuschen zu lassen. Darauf sowie auf die Eigenartigkeit tropischer Humusböden gehe ich weiter unten noch ausführlich ein.

b. Den Tropenländern eigentümliche Bodenarten.

Die Eigenart der tropischen Zersetzungs- und Verwitterungsprozesse und auch der sekundären bodenbildenden Faktoren läfst natürlich auf

wertvolle Monographie ist mir leider erst zugänglich geworden, als ich den ersten Teil der vorliegenden Arbeit nahezu vollendet hatte. Ich bitte daher um Entschuldigung, wenn ich nicht öfter, als es der Bedeutung der Schrift zukommt, die Fescaschen Forschungen hier angezogen habe. Soweit möglich, habe ich noch Einschaltungen versucht.

mancherlei Arteigentümlichkeiten tropischer Böden schliefsen, und dieser Schlufs trifft ebensosehr zu, wie auch diejenigen Bodenarten der Tropen, welche im gemäfsigten Klima gleichfalls vertreten sind, noch mancherlei bemerkenswerte Eigentümlichkeiten an sich tragen. Es wird daher zum richtigen Verständnis für die agrikulturelle Beurteilung unserer Kolonieen beitragen, wenn ich hier auf einige besonders hervortretende und verbreitete typische Bodenarten der Tropen und dabei auf die Eigentümlichkeiten des tropischen Bodens im allgemeinen hinweise.

Eine in der gemäfsigten Zone nicht anzutreffende Bodenerscheinung ist der rote Lateritboden.

Laterit[1] ist ein für die meisten, höchstwahrscheinlich für alle Tropenländer, — über Nordaustralien sind wir noch nicht genügend unterrichtet — charakteristischer, an Eisenoxydhydrat und Eisenoxyd reicher, oft überreicher, daher gelblicher, rötlicher bis blutroter Lehm, welcher in den heifsen Regionen löchrige (zellige) und schlackenähnliche Konkretionen oder auch sandsteinartige Verhärtungen bildet. Er kommt daher nach dem geologischen Sprachgebrauch sowohl in fester gesteinsartiger Beschaffenheit vor wie auch in erdiger. In letzterer Form wechselt er zwischen eisenschüssigem leichtem sandigem Lehm und lehmigem Sand, mittelschwerem eisenschüssigem Lehm und schwerem eisenschüssigem Thonboden. Diese Verschiedenheiten sind zurückzuführen auf den Gesteinsursprung des Laterits. Er ist ein Umwandlungsprodukt aller Gesteinsmassen, welche Eisen und Thonerde enthalten, vornehmlich krystallinischer Urgesteine, welche in den Tropen weit verbreitet sind, auch paläozoischer Thonschiefer, eisenschüssiger Sandsteine und vornehmlich vulkanischer Gesteine (Indien) und anderer.

Der Name Laterit rührt von Buchanan her[2] und ist von later —

---

[1] Credner, Elemente der Geologie. VI. Auflage. Leipzig 1887. S. 121 u. 218. — v. Fritsch, Allgemeine Geologie. Stuttgart 1888. S. 487. — Robert Sachsse, Lehrbuch der Agrikulturchemie. Leipzig 1888. S. 247 ff. — v. Richthofen, Führer für Forschungsreisende. Berlin 1886. S. 464 ff. — Dr. Th. Posewitz, Das Lateritvorkommen in Bangka. Petermanns Mitteilungen 1887. Bd. XXXIII S. 20 ff. — Dr. Peschuël-Lösche, Kongoland. Jena 1887. S. 331 ff. — Derselbe, Westafrikanische Laterite. Ausland 1884 (LVII) Nr. 21 u. 22 u. 1885 (LVIII) S. 501 ff. — M. Buchner, Über den Naturcharakter des südwestafrikanischen Hochplateaus. Ausland 1883 (LVI) S. 850 ff. — Güfsfeldt, Falkenstein, Peschuël-Lösche, Die Loangoexpedition. Abteilung III. S. 15—39. — Dölter, Über die Kapverden nach dem Rio Grande. Leipzig 1884. S. 220 bis 225. — Medlicott and Blandford, Manual of the Geology of India. Calcutta 1887. Part. I. Chap. XV. — Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt. Wien 1878. S. 351.

[2] v. Richthofen, Führer für Forschungsreisende. S. 464.

Ziegelstein — abgeleitet, mit dem Laterit-Gesteinsstücke oft täuschende Ähnlichkeit haben, so dafs man wirklich zuweilen in die Versuchung kommen kann, Bruchstücke von Laterit für Bruchstücke von Ziegelsteinen zu halten.

Durch accumulierende (Ausdruck von v. Richthofen) stetig in die Tiefe fortschreitende Zersetzung der Gesteinsmassen ist der Laterit entstanden und entweder an Ort und Stelle seiner Entstehung liegen geblieben oder auch durch sekundäre Bodenbildner (Wasser und Wind) umgelagert.

Die Bildung des Laterits — und auf derselben beruht seine charakteristische Eigentümlichkeit — geht unter dem Einflufs und dem häufigen Wechsel bedeutender Niederschläge und hoher trockener Temperatur, sowie angeblich auch üppiger Vegetation vor sich. Bezüglich letzterer Ansicht dürften aber wohl die Meinungen noch nicht allgemein übereinstimmend sein; so sprechen auch dagegen die Lateritbildung am Tafelberg bei Capstadt, dessen Muttergestein vornehmlich Thonschiefer, und die kahlen, nur mit Graswuchs überzogenen Lateritformationen an der Küste der portugiesischen Provinz Angola in Westafrika, sofern die letzteren nicht durch Umlagerung entstanden sind.

Das Vorkommen des Laterits ist nicht lediglich auf die eigentliche Tropenzone zwischen den beiden Wendekreisen beschränkt, sondern geht, wie in Südafrika, weit über dieselben hinaus und ist auch in China, überlagert von Anschwemmungen der Neuzeit, durch v. Richthofen aufserhalb derselben bekannt geworden; aber nur dort wird die Bildung des eigentlichen Laterits haben vor sich gehen können und auch heute nur vor sich gehen, wo die oben genannten Bedingungen derselben vorhanden waren bezw. sind. Je mehr man sich aus der innern Tropenzone nach Norden und Süden entfernt, desto mehr nimmt der eisenschüssige Lehm den Charakter der Roterde, Terra roxa oder Terra rossa an, in welcher ich niemals knollige oder zellige oder schlackige aus Eisenoxyd oder Eisenhydroxyd bestehende Konkretionen gefunden habe, deren Bildung dort nicht infolge von Mangel an reichlichen Mengen von Eisen im Boden, sondern nur infolge anderer klimatischer Verhältnisse ausgeschlossen ist. So findet sich zum Beispiel in den subtropischen Gebieten Südamerikas, Südbrasilien, Mittelbrasilien, Uruguay, Paraguay und Argentinien Roterde in ungeheurer Verbreitung. Sie ist ebenso wie der Laterit das Verwitterungsprodukt der verschiedensten eisenhaltigen Gesteine, Gneis, Granit, Granitit, Thonschiefer, Diabas, Basalt etc. Man pflegt indessen zwischen dem roten Lehm der sog. Pampasformation und der Roterde, Terra roxa, Brasiliens noch Unterschiede zu machen, welche später besprochen

werden sollen. Aber auch bis zu den Ländern des Mittelmeeres erstreckt sich das Gebiet der Terra rossa; insbesondre findet sich dieselbe in der Litteratur[1] aufgeführt auf Malta, in Griechenland und im Karstgebiete des adriatischen Meeres, wo sie in eigenartiger Weise aus der Verwitterung des dortigen Kalksteins, welcher nur eine geringe Menge eisenschüssigen Thons enthalten soll, hervorgegangen ist.

Nach Angabe der Lehrbücher, so bei Credner[2], erstreckt sich das Vorkommen des Laterits auf Indien, wo er zunächst näher studiert wurde, Brasilien und Afrika. Ich machte schon vorhin darauf aufmerksam, dafs das Vorkommen des Laterits durch Gesteins- und klimatische Verhältnisse bedingt ist, wie sie fast überall in der Tropenzone heute noch vorhanden sind. Es ist der Laterit daher keine etwa durch eine lokal beschränkte Entwicklungsphase der Erdgestaltung verursachte selbständige und als solche einer besonderen Klassifikation zu unterwerfende Schichtenbildung, sondern nur der eisenschüssige Repräsentant des Verwitterungsbodens der Tropenländer, der überall dort sich bildet, wo die Gesteine der Verwitterung und Bodenbildung vornehmlich Eisen und Thonerde bieten und die Bedingungen der Bildung und Zurückhaltung von Eisenoxyd und Eisenhydroxyd bis zu Konkretionen oder sandsteinartigen Verhärtungen im Boden vorhanden sind.

Das ist gegenüber den Unsicherheiten und Verschiedenheiten[3] der Ansichten über den Laterit die Anschauung, welche ich auf meinen Reisen von demselben gewonnen habe. Ich konnte den Laterit wohl an 20 Orten längs der ganzen Westküste Afrikas beobachten, welche ich von Kap Verde bis St. Paul Loanda Gelegenheit hatte zu bereisen. In waldreicher Gegend traf ich ihn zuerst an der Mündung des Geba in portugiesisch Guinea (ca. $11^{1}/_{2}{}^{0}$ N. Br.) auf beiden Ufern des Flufslaufes bezw. auf einer demselben eingelagerten Insel. Er war dort besonders eisenhaltig vornehmlich bei Bulama, aber auch in dem frei gelegenen Bissao. Ferner traf ich Lateritformation an in weiter Verbreitung und auffällig stromaufwärts am St. Pauls River, auf dessen rechtem Ufer umfangreiche Kaffeeplantagen angelegt sind. Die Vorgebirge Kap Mount und Messurado, eruptiven Ursprungs, in Liberia

[1] Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt. Wien 1885. — Dr. M. Neumayr S. 50. — Th. Fuchs S. 194.

[2] Credner, Elemente der Geologie. S. 122.

[3] Noch Lyell rechnet in seinen Elements of Geology edn. 1865 p. 598—600 den Laterit unter die igneous rocks und definiert denselben folgend: a red jaspery, brick-like rock, composed of silicate of aluminia and oxide of iron or sometimes consisting of clay coloured red with red ochre.

zeigten besonders thonige Lateritbildungen; auf dem Kap Messurado fand ich gabbroartige[1] Basaltfelsen mit fingerdicker gelber Verwitterungskruste. Diese Laterite schienen mir denjenigen gleich zu sein, welche ich in der Nähe Freetowns am Kap Sierra Leone sehen konnte. Die flache Küste des südlichen Kamerungebietes, an welcher niedrige Granitstöcke ins Meer hineinstofsen, zeigt flache Lateritformation meist sandiger und sekundärer Natur (?), und ebenso ist dieselbe weiter südwärts in den spanischen und französischen Besitzungen, auch in Gabun an dem flachen und an dem bergigen Küstenrande anzutreffen. Am Kamerungebirge ist das Verwitterungsprodukt in der Nähe Viktorias auf der Theuszfarm ein grauer, gelber bis rotbrauner thoniger Boden. Das ganze Terrain daselbst ist mit kräftigem Urwald bestanden, aber schlackige Lateritgesteine habe ich dort nicht zu Gesicht bekommen. Auch auf der flachen Insel Eloby, dem Gault angehörig, habe ich keine Lateritbildung gesehen, wohl aber berichtet Peschuël-Lösche[2] von einer solchen am Landufer der Corisco-Bay an der Mündung des Muni; und das Kap San Juan wie die den Ausflufs des Stromes begrenzenden Berge lassen nach ihren Formen auf alt eruptives oder alt krystallinisches Gestein wohl schliefsen.

Vornehmlich fällt die Lateritbildung in fester und besonders schlackiger Form dann wieder auf in den portugiesischen Küstenorten nördlich vom Kongo Landana und Cabinda, ferner südlich der Mündung desselben, wo sie ein bergiges Hügelland und steil ins Meer abfallendes Hochplateau einnimmt[3], durchsetzt von sumpfigen Niederungen. Der Kongo selbst hat an seiner Mündung flaches Niederungsland mit üppiger Vegetation, weiter aufwärts kurz vor Boma beginnt ein kahles bergiges Terrain, in welchem Gneis, Hornblendegneis und auf den Bergen viel Quarzgestein zu Tage tritt. Rötlicher Lateritboden, auf den Bergen häufig mit Quarziten übersät, nimmt hier mit Ausnahme sumpfiger Niederung und alluvialen Kongobodens die ganze Fläche ein.

An der Zahn-, Gold- und Sklavenküste gestatteten mir die oft weit vorgelagerten Sandbildungen weniger lokal gebildete und abgelagerte Verwitterungsprodukte zu beobachten. Was ich indessen davon gesehen habe, dürfte als helllehmiges oder thoniges Zersetzungsprodukt archäischer Gesteine anzusprechen sein, welche u. a. auch bei Winnebah ins Meer hineinspringen.

Ich mufs gestehen, dafs, wo nicht gerade Konkretionen von Eisen-

---

[1] Nach gütiger Bestimmung des Herrn Prof. Dr. v. Fritsch.

[2] Dr. Peschuël-Lösche, Kongoland. S. 332.

[3] Dr. Peschuël-Lösche, Die Loangoexpedition. III. Teil. S. 11.

oxyd oder Eisenhydroxyd und Thonerde, schlackige oder zellige Gebilde oder ziegelsteinähnliche Gesteine und festes eisenschüssiges Gestein in die Augen fielen, die Lateritböden Westafrikas sich in nichts unterscheiden von den mannigfachen Formen der brasilianischen Roterden, welche ich später in den Bundesstaaten St. Catharina, Parana und St. Paulo näher kennen lernen konnte. Diese Konkretionen und festen Gesteins-Neubildungen scheinen mir daher das wesentlichste Charakteristicum des eigentlichen Laterits zu sein, und wo dieselben fehlen, thut man in Zukunft vielleicht besser, die Bezeichnung Lateritformation nicht zu wählen, weil sonst ein Unterschied zwischen Lateritboden und Rot- oder Gelberden meines Erachtens nicht ausfindig zu machen ist. Diesen Umstand habe ich auch an der Lateritdefinition Peschuël-Lösches auszusetzen, welcher wie folgt schreibt[1]: „Laterite sind lebhaft gefärbte eisenschüssige Lehme, Verwitterungsprodukte verschiedener Felsarten, die in tropischen Gebieten unter der Einwirkung der Atmosphärilien (!) entstehen." Das paſst doch auch vollständig auf die Roterden, von deren Bildung im Karst und am mittelländischen Meere Th. Fuchs unter anderem sagt[2]: „Man kann sich kaum dem Gedanken verschlieſsen, daſs das Auftreten oder Fehlen der Terra rossa wesentlich durch klimatische Verhältnisse bedingt wird, daſs sie sich nur dort zeigt, wo ein trockenes Klima und dadurch bedingter spärlicher Pflanzenwuchs sich findet, während sie nicht auftreten kann, wo ein feuchtes Klima, reicher Pflanzenwuchs und eine durch beide bewirkte gröſsere Anhäufung humoser Substanzen vorhanden ist." Ich bemerke hierzu, wie schon oben einmal hervorgehoben, daſs durchaus noch nicht fest und sicher erwiesen ist, daſs zu den Bedingungen der Lateritbildungen eine üppige Vegetation erforderlich ist. Später werden wir dieses näher prüfen.

Es heiſst bei Peschuël-Lösche dann weiter: Nach äuſserlicher Beschaffenheit und Vorkommen sind 2 Gruppen zu unterscheiden,

1. Laterite von zelligem Gefüge und ursprünglicher Lagerung,
2. Laterite von dichtem Gefüge in sekundärer Lagerung.

Diese Einteilung erscheint insofern nicht scharf genug, als auch Laterite von zelligem, oder ich will lieber schlackigem Gefüge sagen, sehr wohl in sekundärer Lagerung anzutreffen sind.

In Bezug auf Indien nennt Blandford in dem „Manual of the

---

[1] Ausland 1884 (LVII) S. 402.

[2] Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt. Wien 1875. S. 192.

Geology of India"[1] die ersten „high level" Laterite, die letzteren „low level" Laterite; jene liegen auf dem Plateau von Deccan 580—1360 Meter über dem Meere in 29—58 Meter dicker Lage unmittelbar über gesundem Basalt, Dolerit und Trapp, diese am Küstenrande[2]. Als besonderes Charakteristikum des Laterits führt Peschuël-Lösche auf[3]:

1. Laterit braust nicht auf in Säuren;
2. enthält keine Reste von Landtieren[4];
3. führt feinverteiltes Eisen, welches sogar in überwiegender Menge auftreten kann, auch Eisenkonkretionen, welche an manchen Stellen sich zu förmlichen schlackenähnlichen Krusten vereinigen;
4. die Färbung des Laterits ist ziegelrot, unrein karminrot, bolusrot, warm ockergelb, bräunlich oder mattviolett, rötlich, verbleichend unter Einfluſs der Luft und des Lichts;
5. Reine (?) Laterite sind mürbe bröcklich, porös bröcklich, können jedoch senkrecht stehende Wände bilden;
6. Aus der benetzten Masse lassen sich Ziegel formen, die lufttrocken verwendbar sind;

---

[1] S. 351.

[2] Es heiſst daselbst S. 351 wörtlich: „The high-level Laterite, sometimes known as non-detrital laterite and distinguished by Mr. Foot as iron clay, is found extensively on the High-lands of Central- and Western-India. — The lowlevel or detrital laterite which covers white tracts in the neighbourhood of both coasts generaly contains grains of sand and may often be recognished by including small rolled fragments of quartz and occasionally larger pebbles. It is less homogeneous in structure than the high-level form and it passes by insensible gradations, into ferugenious sandy clay or gravel. It usually contains, in considerable quantities, small pisolic concretions of iron peroxide, and occasionally it assumes the form of pisolic iron ore, or of lateric gravel, a mixture of small concretions and sand. The high-level laterite contains also pisolic concretions in places but they are not so generally present as in the low-level variety."

Es heiſst dann S. 353: „When it becomes necessary in the following pages to distinguish between the two formes, the will be called „high-level" and „low-level" laterite, these names which merely refer to the position occupied by the two varieties on the High-lands or near the coast not involving any theory of the origin of the rock."

[3] Ausland 1884 S. 402. — Dr. Peschuël-Lösche, Kongoland. Jena 1887. S. 332.

[4] Nur einmal hat Peschuël-Lösche Petrefakten gefunden, kleine wohlerhaltene Bivalvenschalen von Leda, Mactra, Tellina und Cardium; vgl. Loangoexpedition. III. Teil. S. 10. Kopalharz findet sich in manchen Gegenden häufig und dann in der Regel nesterweis eingebettet.

7. Laterit ist meistens durchlässig für Wasser, daher Laterit-Gegenden meist wasserarm, häufig mit vollständigem Wassermangel.

Es mögen zum besseren Verständnis des Laterits jetzt noch einige andere Angaben über denselben folgen.

Eine kleine, sehr schöne auch oben aufgeführte Arbeit hat Th. Posewitz unter dem Namen „Laterit-Vorkommen in Bangka" geliefert. Bangka ist eine der kleinen Sunda-Inseln an der Nordseite des südlichen Endes von Sumatra. Das Grundgestein derselben besteht aus krystallinischem Urgestein, eruptivem Granit und Schiefer, Thonschiefer und Sandstein in Wechselung. Aus diesem verschiedenen Gestein ist der Laterit hervorgegangen. „Die Varietäten des Laterits", sagt Posewitz, „richten sich nach den Gesteinen, aus welchen sie entstehen; das Granitgebirge ist z. B. in Bangka von einer Granitlateritdecke umgeben, und diese wiederum von Schieferlaterit." Den dort vorliegenden Laterit teilt Posewitz folgend ein:

1. Der reine Lateritthon, plastisch fetter Thon, stark eisenhaltig, an der Luft bleichend, trocken, porös und stark wasserdurchlassend;
2. der quarzitische Lateritthon, Verwitterungsprodukt granitischer Gesteine ohne Eisenkonkretionen und ohne zellige Lateritblöcke, gelblicher Quarzsand und thonige Ackererde;
3. Eisenkonkretionen meist nur einige cm grofs, schieferige Eisenkonkretionen und quarzige mit 48,39 % Eisenoxyd;
4. zellige Lateritblöcke von breccienartigem Charakter 20—25 cm im Durchmesser mit oft tiefen Hohlräumen, schlackenartig, dem äufseren Anschein nach vulkanisches Produkt. Die Bruchfläche des Gesteins ist mehr oder minder dicht gefleckt, kleine ziegelrote Thonpartieen sind von einer ockergelben Limonitmasse umgeben. Hohlräume im Gestein, zelliges Aussehen, zelliger Limonit. Der zellige Lateritblock erhärtet, längere Zeit der Luft ausgesetzt, und im frischen Bruch lebhafte Farben verbleichen.

Ich möchte im Anschlufs an 4 die Frage aufwerfen, ob es nicht vorteilhafter sei, anstatt „zellige" Konkretionen „löchrige" zu setzen oder „mit Hohlräumen versehene". Zellige Gebilde mit wabigen Wandungen, wie sie z. B. die charakteristischen Zellenkalke des mittleren Muschelkalkes aufweisen, erinnere ich mich nirgends gesehen zu haben, eher schon Gebilde, welche dem sog. Löcherkalk des Wellenkalkes ähneln. Da nun die Entstehung fester Lateritgesteine (etwa analog derjenigen der Löfsmännchen) auf die Neigung des Eisenoxyd und Eisenhydroxyd sich zu koncentrieren zurückzuführen ist, welche

wir ja auch bei den Raseneisenstein-Bänken Deutschlands Gelegenheit haben zu beobachten, so entstehen die Hohlräume der Konkretionen gemeiniglich dadurch, dafs eingeschlossene und ihres Eisengehalts entbundene Thonmassen und Thonpartikelchen durch Regen oder Sickerwässer später dem Gestein entführt werden. Auch bei der Entstehung der Zellen- und Löcherkalke findet ja eine Auswaschung leicht löslicher Salze, Anhydrite etc. statt, aber das eigentliche und resultierende Kalksteinskelett ist doch nicht auf dem Wege der Konkretion entstanden und besitzt daher andere Formen. Es ist zwar nicht ausgeschlossen, dafs Eisen-Solutionen zerrissenes und zerspaltenes Grund- oder Muttergestein infiltrieren, sich absetzen und dort zellige Wandungen bilden, die bei der Tiefenverwitterung das Muttergestein überdauern, auch Posewitz läfst das in seiner Monographie S. 22 durchblicken, mir selbst ist jedoch niemals derart zelliges Gebilde zu Gesicht gekommen.

Holländische Schriftsteller beschreiben nach Posewitz in den Jahrboeken van het mijnwezen in „Nederlandsch Indië" 1872—78 die Laterite als thonige Sandsteine, schiefrige stark eisenschüssige Thone, Thoneisensteine, Brauneisensteine, stellenweise Varietäten zeigend und ineinander übergehend. Es wird hervorgehoben, dafs es stark eisenhaltige Gesteine sind, bestehend aus Thon, Quarz und Eisen in allen möglichen Verhältnissen zweier oder mehrerer dieser Bestandteile. Und nach dem Überwiegen des einen oder andern Bestandteiles entstehen die verschiedenfältigen Gesteine.

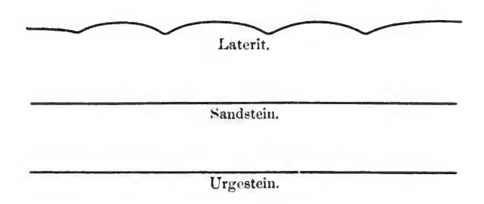
Die Laterite von Bangka haben nach Posewitz mehr Ähnlichkeit mit denen Englisch Indiens und denen von Singapore, weniger mit denen, welche Peschuël-Lösche aus Westafrika und am Kongo beschreibt.

Es ist ferner die Bemerkung von Posewitz[1] besonders wertvoll, dafs die schlackigen und zelligen Konkretionen in Bangka nur in der Oberfläche des Erdbodens vorkommen. Er sagt daselbst wörtlich: „Die kleinen zahlreichen Eisensteinkonkretionen erstrecken sich nur soweit gegen die Tiefe, als die Ackerkrume reichte, dann trat Thon auf, Verwitterung an Ort und Stelle und keine Umlagerung." An einer andern Stelle heifst es: „Die Bildung der zelligen Lateritblöcke scheint eine Oberflächenbildung zu sein. Ich wenigstens sah sie nur zwischen der Ackerkrume in grofsen Klumpen eingebettet und nirgends in grofser Tiefe." Schliefslich sei noch folgende bemerkenswerte Notiz von Posewitz herangezogen: „Man hat also — auf Bangka — die 2 Hauptlateritvarietäten, den Granit- und den Schieferlaterit. Ersterer

[1] Dr. Th. Posewitz, Das Lateritvorkommen in Bangka. Petermanns Mitteilungen. Berlin 1887. Bd. XXXIII S. 21.

bildet, soweit mir bekannt, stets einen quarzhaltigen plastischen rötlichen Thon und enthält keine Eisenkonkretionen; letzterer ist verschieden je nach dem Muttergestein. Dieses ist der Hauptsache nach Thonschiefer oder quarzitischer Sand. Der Thonschiefer-Laterit bildet einen reinen plastischen Thon und oberflächliche Lagen von Eisenkonkretionen und zelligen Lateritblöcken. Der Sandstein zerfällt zu Sand, zum Teil aber, besonders in Wechsellagerung mit Thonschiefer, wird er von Eisen haltenden Wässern imbibiert, dadurch etwas eisenschüssig und bildet dann auch an seiner Oberfläche Eisenkonkretionen (quarzitische Sandsteinlaterite). Reine Quarzite oder Felsit-Schiefer hingegen verändern sich blofs mechanisch in Stücke zerfallend."

Ein sehr einfaches Profil des südwestafrikanischen Laterits und zwar von Malansch, von welchem ich ein wenig weiter eine Analyse bringen werde, giebt Buchner[1] in seiner oben genannten Arbeit. Das Profil stellt sich folgend dar:



Schliefslich mag hier auch noch die Ansicht von O. Lenz Platz finden, welche derselbe bei Besprechung der „Analyse eines Lateriteisensteins aus Westafrika" äufsert[2]: „Unter den Oberflächen-Bildungen in den tropischen Teilen Afrikas nimmt, was horizontale Ausdehnung betrifft, ein stark eisenschüssiger sandiger Lehm mit zahlreichen oft sehr grofsen Konkretionen von Brauneisenstein die hervorragendste Stellung ein. Es gehören diese Schichten in jene Gruppe von Bildungen, die auch in den tropischen Teilen Asiens und Amerikas eine grofse Rolle spielen und allgemein mit dem Namen Laterit bezeichnet werden. In Afrika

[1] Ausland 1883 S. 850.
[2] Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt. Wien 1878. S. 351.

scheint die Verbreitung des Laterits mit derjenigen des krystallinischen Schiefers zusammenzufallen, wenigstens beobachtete ich dieses in dem westlichen Teile des Kontinents, und nach den Berichten zahlreicher Reisenden in Ostafrika werden die eisenschüssigen roten Erden und die Eisenkonkretionen in Verbindung mit Gneis etc. genannt."

Den so mannigfachen Gebilden, welche mit dem Namen Laterit bezeichnet werden, entspricht auch die grofse Verschiedenheit der chemischen Zusammensetzung der wenigen Laterite, welche man bis jetzt ermittelt hat. Darin sind alle übereinstimmend, dafs ein hoher Eisenoxydgehalt vorliegt, aber derselbe schwankt nach den vorliegenden Analysen zwischen 4—58 % des Gesteins. Ebenso besitzen sämtliche Laterite viel Thonerde, der Gehalt derselben schwankt jedoch auch von 6—27 %. Ferner sind alle charakterisiert durch Mangel oder gänzliches Fehlen von Alkalien und auch Kalk, sowie geringes Vorhandensein von Magnesia. Auch Phosphor und Schwefel scheinen die Laterite nur in den minimalsten Mengen zu besitzen, dagegen, was hinzuzufügen wohl kaum nötig ist, grofse Mengen chemisch gebundenen Wassers.

Ein gröfserer Lateritblock, den Buchner, um sein Gefüge nicht zu zerstören, mit Meifsel und Säge aus einem frischen Aufschlufs in Malansch ungefähr 1 Meter unter der Grasnarbe herausgearbeitet hatte, wurde in München von A. Schwarze, Assistent am Königlichen Obergergamte, untersucht, welcher Folgendes zu der Analyse bemerkt[1]: „Die kleine Menge Alkali und ihr relatives Verhältnis, vorzugsweise aber die Kalkarmut dieser Erde verweisen ihren Ursprung in das ältere krystallinische Gebirge. Der Eisengehalt, der ihr die Färbung erteilt, rührt vom Eisenglanz her, dessen Vorhandensein dieses Gebilde wiederum in engsten Zusammenhang bringt mit jenen krystallinischen Schiefern, deren wesentlicher Bestandteil Eisenglanz ist.

Die ganze Struktur des vorliegenden Erdstückes mit seinem porös lockeren Gefüge, das keine Merkmale der Sedimentbildung an sich trägt, das Fehlen jeden Bestandteiles, wie Glimmer, Feldspat, der einer weiteren chemischen Umsetzung fähig wäre, lassen den Schlufs erlaubt erscheinen, dafs man es hier mit Ansammlung verwitterter krystallinischer Schiefermassen zu thun habe, aber mit Ausschlufs von fliefsendem Wasser."

Das specifische Gewicht des bei 100° getrockneten Laterits betrug 2,64. Das Ergebnis der Analyse war:

[1] Ausland 1883 S. 850 ff.

Bauschanalyse

	löslich in Wasser	löslich in Essigsäure	löslich in HCl 8,4 %	löslich in H_2SO_4 21,8 %
SiO_2 — 80,52 %			29,9	42,83
Al_2O_3 — 11,14 -			23,21	39,87
Fe_2O_3 — 4,04 -			28,69	3,48
CaO — 0,21 -	0,0017		0,59	0,65
MgO — 0,12 -	0,0009		0,11	0,41
K_2O — 0,19 -	0,0033		1,14	0,38
Na_2O — 0,18 -	0,0030		1,33	0,28
H_2O — 4,04 -			13,33	12,45
Cl — 0,005 -	0,0047			
SO_3 — 0,004 -	0,0038			
CO_2 — 0,003 -				
		0,007 $CaCO_3$		
			Der Rest beträgt 68,15 % SiO_2 1,63 - Fe_2O_3 — 69,78 %	

O. Lenz führt eine Analyse[1] von Laterit-Eisenstein vor und bemerkt dazu Folgendes:

„Das untersuchte Stück Lateriteisen stammt von einer gröfseren Konkretion von den zahlreichen in dem sandigen tiefgelben Lehm am Strande des Ästuariums von Gabun. Hier dürfte die Lateritbildung aber nicht mehr auf primärer Lagerstätte sich befinden, wie weiter im Innern auf den Gipfeln und Gehängen des westafrikanischen Schiefergebirges, sondern es ist bereits ein umgeschwemmter Lateritlehm. Die chemische Untersuchung, von Loh ausgeführt, ergab:
15,82 %, unlöslich in HCl, bestehend aus 10,42 % SiO_2 u. 5,40 % Al_2O_3
85,82 % löslich bestehend aus:

12,40 % Al_2O_3
58,02 - Fe_2O_3
2,45 - H_2O entweichend bei 100° Cels.
12,95 - - - beim Glühen der bei 100° Cels. getrockneten Substanz.

Der chemischen Zusammensetzung nach ist also das Gestein ein

[1] Verhandlungen der k. k. geologischen Landesanstalt. Wien 1878. S. 350 ff.

durch Silikat und Thonerdehydrat verunreinigter Brauneisenstein. Das Eisenoxyd ist höchstwahrscheinlich vorhanden

$$\text{als } H_6Fe_4O_9 = \left.\begin{matrix} H_6Fe_2O_6 \\ Fe_2O_3 \end{matrix}\right\} 2\,Fe_2O_3 + 3\,H_2O$$

Die 58,02 % Eisenoxyd binden dann 9,79 % Wasser."

In dem „Manual of the Geology of India" heifst es, dafs normale Laterite 25—35 % metallisches Eisen enthalten. Ein Laterit von Ragoon enthielt

löslich in Säuren

46,3 % Fe_2O_3
5,8 - Al_2O_3
0,7 - CaO
0,09 - MgO
0,12 - S_iO_2

unlöslich in Säuren

30,7 % reine S_iO_2
6,7 - unreine - (durch K_2O verunreinigt)
2,7 - CaO, Fe_2O_3, Al_2O_3
6,8 - Alkalien und Wasser.

Sachsse führt in seinem „Lehrbuch der Agrikultur-Chemie"[1] die Analyse eines afrikanischen Laterits auf, welchen Peschuël-Lösche vom Fufse des Tafelberges bei Kapstadt — also bereits weit über den Wendekreis des Steinbocks hinaus — in waldloser Gegend aufgenommen hatte. Dieser Laterit besitzt wie die andern einen hohen Gehalt an chemisch gebundenem Wasser und starke wasserhaltende Kraft, seine Feinerde charakterisiert sich durch absoluten Kalkmangel, aufserordentlich minimale Mengen von Kali und Natron, hohen Thonerde- und nur mäfsigen Eisenoxydgehalt. Die Bauschanalyse der Feinerde ergab:

Humus	9,19 %
S_iO_2	53,45 -
Al_2O_3	26,77 -
Fe_2O_3	9,75 -
MgO	0,27 -
CaO, K_2O, Na_2O	— -
	Sa. 99,43 %

Die Zerlegung der Feinerde in durch Salzsäure ausziehbare Silikate und Sesquioxyde und Thon und endlich in einen nicht verwitterten und nicht verwitterbaren Rest gab die folgenden Resultate:

[1] S. 248 u. 249.

durch HCl zersetzbare Silikate		durch H_2SO_4 zersetzbare Silikate	
S_iO_2	3,13	S_iO_2	19,18
Al_2O_3	5,97	Sesq. ox.	20,20
Fe_2O_3	9,36	MgO	0,10
MgO	0,09	H_2O	5,90
CaO	—		45,38
K_2O	0,05		
Na_2O	0,12		
H_2O	3,29		
	22,01		

Durch Säuren nicht zersetzbare Silikate und Quarz

31,14	SO_2
1,00	Sesq. ox.
0,10	MgO
32,24	

Dafs die Verwitterungsprodukte aller mehr oder minder Eisen und Thonerde haltender Gesteine in den Tropen Lateritboden liefern können, und dafs diese Verwitterungsprodukte auch als Laterit bezeichnet werden, ist wohl aus alle dem, was wir angezogen haben, hinreichend ersichtlich geworden. Ich nahm oben bereits einmal Gelegenheit, auf den Unterschied von ektropischem Lehm, subtropischer Roterde und Laterit zu verweisen. Hieran will ich wieder anknüpfen, um die Bildung des Laterits näher zu besprechen.

Das, was den Laterit von dem Lehmboden der gemäfsigten Zone in geologischer Beziehung vornehmlich unterscheidet, sind die rötliche Färbung, sodann die Eisenkonkretionen und die Eisensandstein- wie Eisenlehmsteinbildungen — die physikalischen und chemischen Unterschiede sollen später behandelt werden. Erstere hat der Laterit mit dem Rot- und Gelbboden der subtropischen Zone gemein, letztere unterscheiden ihn von denselben. Bei der Entstehungserklärung des Laterits kommt es also vornehmlich darauf an, nachzuweisen, welche Funktionen Eisen und Thonerde hier in ganz besonderer Weise auf sich genommen, und klarzulegen, welche Wandlungen sie durchmachen. Es wird sich dabei zeigen, dafs es noch an genügendem Beobachtungsmaterial fehlt, um in allen Punkten zu einem sichern Resultat zu gelangen.

Das Alter des Laterits ist ein verschiedenes und unabhängig von unsern geologischen Zeitabschnitten. Die Bildung des Laterits oder wohl besser die Veranlassung der Bildung begann, sobald die ersten eisen- und thonhaltigen Gesteine in den Tropen der Verwitterung anheimfielen und sich soviel lose Krume gebildet, dafs die Auswaschung

der Alkalien und Kalkerden beginnen konnte, nach deren Entfernung der Verwitterungsboden relativ reicher an Eisen und Thonerde hervorging.

In Indien versetzt man die ersten Anfänge der Lateritbildung in die Tertiärzeit, nach einigen ins Eocän, doch sind auch posttertiäre und recente Bildungen nicht ausgeschlossen. Das mag dort speciell recht wohl zutreffen, aber im allgemeinen dürfen wir mit der Bildung der Laterite keine bestimmte Erdentwicklungsepoche verknüpfen, sondern müssen sie einfach betrachten als Produkte mehr oder weniger jünger als die betreffende Gesteinsmasse, aus der sie hervorgegangen. Vom Beginn der Gesteins-Verwitterung ab bis an die Jetztzeit ist die Bildung der Laterite in ununterbrochenen oder auch vielleicht in unterbrochenen Phasen vor sich gegangen und wird auch wohl noch ferner beständig vor sich gehen überall dort in den Tropen, wo die klimatischen und sonstigen Bedingungen derselben vorhanden sind.

Es mufs als ein besonderes geologisches Charakteristicum des festen Laterits angesehen werden, dafs er sich nur dort gebildet hat, wo jahrtausendlange Verwitterungsprozesse und Auslaugungsprozesse vorliegen. Es ist die endlos lange Dauer der Zersetzungsprozesse der Erdrinde ein absolutes Bedingnis der Lateritbildung.

Im übrigen wird dieselbe durch lokale und regionale Verhältnisse modifiziert. Der Erosion, Korrosion, Abrasion und Umlagerung ist der Laterit in ganz derselben Weise und nach denselben Naturgesetzen unterworfen wie jede andre Gesteinsart.

Bei der Zersetzung des ursprünglichen Gesteins sind zunächst durch Einwirkung kohlesäurehaltigen Wassers die Silikate von Kalk, Kali, Natron und Eisenoxydul (auch Manganoxydul) in Karbonate umgewandelt. Durch häufige und reichliche Cirkulation der Gewässer, geboten in den grofsen Mengen der Niederschläge, die früher vielleicht manchen Ortes weit mehr als das Doppelte der heutigen ausmachten, sind die karbonathaltigen Alkali- und Kalkmineralien nebst der frei gewordenen Kieselsäure ausgelaugt. Auch die kieselsaure Magnesia ist in der Dauer der Zeit zersetzt und als kohlensaure Magnesia schliefslich entführt. Als Rückstand verbleibt: Kieselsaure Thonerde + Wasser, Kieselsäure und kohlensaures Eisenoxydul, Spateisenstein in reiner Form und Sphärosiderit in durch Thon verunreinigter. Die Farbe des Spateisensteins in der Natur ist farblos oder gelb und gelblichgrau bis gelbbraun, er krystallisiert hexagonal. Das künstlich durch Fällung von Eisenoxydulsalzen mit kohlensauren Alkalien bereitete Salz von kohlensaurem Eisenoxydul ist weifs, aber nur von geringer Beständig-

keit. Bei Berührung mit der Luft und auch schon lufthaltigem Wasser nimmt es eine schmutziggrüne Farbe von gebildetem Eisenoxyduloxyd an, welche schliefslich in Rotbraun infolge der Bildung von Eisenhydroxyd übergeht. Die chemischen Formeln dafür lauten:

$$3\ Fe\ CO_3 + O + x(H_2O) = Fe_3O_4 + x(H_2O) + 3\ CO_2$$
$$2\ Fe_3O_4 + O + 9\ H_2O = 3\ Fe_2\ (OH)_6$$

Das in den natürlichen Eisenwässern gelöste kohlensaure Eisenoxydul erleidet beim Stehen an der Luft eine ähnliche Umwandlung, indem sich allmählich Eisenhydroxyd abscheidet, ein Prozefs, der sich durch einen gelbfettigen Überzug an der Oberfläche kund giebt. Der chemische Prozefs ist dabei folgend:

$$2\ Fe\ CO_3 + O + 3\ H_2O = Fe_2\ (OH)_6 + 2\ CO_2$$

Kohlensäure ist also das treibende Agens bei der Einleitung dieser Prozesse. Kohlensaures Eisenoxydul wird gebildet, löst sich in kohlensäurehaltigem Wasser; beim Zutritt der Luft, vornehmlich an der Luft, wird die Kohlensäure wieder ausgetrieben und O und H_2O treten für sie ein im rotbraunen Hydroxyd.

Trocknet man das Eisenhydroxyd bei höherer Temperatur oder kocht man dasselbe in frisch gefälltem Zustande längere Zeit mit Wasser, so wird es dichter und nimmt eine dunklere Farbe an, indem es in wasserärmere Verbindungen übergeht. Auch wenn man das frisch gefällte Hydroxyd längere Zeit unter Wasser aufbewahrt, vollzieht sich eine ähnliche Veränderung. Derartige wasserärmere Eisenhydroxyde sind sowohl im Eisenroste als auch in der Natur in gröfseren Anhäufungen. Zu ihnen gehört:

Brauneisenstein = $Fe_4O_3\ (OH)_6 = 2\ Fe_2O_3 + 3\ H_2O$
Nadeleisenstein oder Göthit = $H_2Fe_2O_4 = Fe_2O_3 + H_2O$
Gelbeisenstein — in unreinem Zustande im Wiesen- und Raseneisenstein enthalten — $Fe_2O\ (OH)_4 = Fe_2O_3 + 2\ H_2O$

Da nun bei den Umwandlungsprozessen der kohlensauren Eisenverbindungen zu Hydroxyden O und H_2O naturgemäfs bedingungslose Faktoren sind, so ist es wohl erklärlich, dafs dieselben vornehmlich an der Oberfläche der Erde vor sich gehen. Und der Laterit, welcher ja, wie die meisten chemischen Untersuchungen lehrten, nichts anderes ist als ein im hohen Grade vornehmlich durch Thonerde verunreinigtes Eisenoxydhydrat und Eisenoxyd, bildet sich daher wohl ausschliefslich in den obersten Schichten der Verwitterungsböden, sobald dieselben durch Auslaugen eisen- und thonreicher geworden sind.

Die Bildung des Raseneisensteins, welcher in Skandinavien, in der norddeutschen Niederung, in Holland und Polen in weithin ausgedehnten Lagen auftritt, unterscheidet sich in etwas von der des Laterits.

Zunächst wird in eisenschüssigem Kies und Grus durch verwesende Pflanzen das Eisenoxyd in Eisenoxydul reduziert, kohlensaure und quellsäurige Wässer bemächtigen sich dieses, um es nach Niederungen zu führen, wo die eisenhaltigen Wässer stagnieren und wo das Eisenoxydul durch den Sauerstoff der Luft, aber auch wohl den des Wassers zu Eisenoxydhydrat oxydiert wird, wonach gleichfalls wasserärmere Verbindungen erzeugt werden. Werden dieselben aber hier vielfach unter Wasser zu stande gebracht, so erzeugt in den Tropenländern vornehmlich die heiße Temperatur dieselben.

Es ist nun schließlich der Laterit k e i n e r e i n e Eisenoxyd- und Eisenhydroxydverbindung, deren chemisch gebundenes Wasser je nach Witterungs- und Lagerungsverhältnissen häufigem Wechsel unterworfen ist, sondern es sind an der Zusammensetzung des Laterits auch Thonerdehydrat, Kieselsäure und kleine oder größere Quarz-Partikelchen beteiligt, und zwar ist die Mengung eine rein physikalische. Je nach den Massen der Beimengungen erscheint der Laterit in andern Formen und andern Farben, wechselt seine Struktur und besitzt eine größere oder geringere wasserhaltende Kraft. Auch in seiner chemischen Zusammensetzung in Bezug auf andre Substanzen als Eisen, Thonerde und Kieselsäure ist der Laterit je nach der Beschaffenheit des Muttergesteins und dem Alter seiner Bildung den mannigfachsten Veränderungen unterworfen. Und daher ist die große Verschiedenheit der Analysen sehr erklärlich. Es werden kaum 2 Lateritgesteine anzutreffen sein, welche in ihrer chemischen Zusammensetzung vollständig übereinstimmen.

Dem von Dr. Buchner aus Malansch, Savannenboden des Innern Afrikas, mitgebrachten löchrigen Laterit, von dem oben die Rede war, stellt Peschuël-Lösche[1] einen Lößboden aus der Umgegend von Leipzig gegenüber, welcher sich in der chemischen Zusammensetzung nur unwesentlich von dem Laterit unterscheidet, wie aus nachfolgender Zusammenstellung hervorgeht. Derselben sei die Bauschanalyse des Laterits vom Tafelberge zugesellt, um die Verschiedenheit der chemischen Zusammensetzung des Laterits darzuthun:

---

[1] Ausland 1884 S. 426.

	Laterit von Malansch	Löfslehm von Leipzig	Laterit vom Tafelberg
S_iO_2	80,5 %	83,8 %	53,5
Al_2O_3	11,1 -	8,0 -	26,8
Fe_2O_3	4,0 -	2,6 -	9,8
CaO	0,2 -	0,5 -	—
MgO	0,1 -	0,1 -	0,3
K_2O	0,2 -	0.8 -	—
Na_2O	0,2 -	0,4 -	—
H_2O	4,0 -	3,0 -	—
	100,3	99,2	Humus 9,2
			99,6

Es ergiebt sich hieraus schon zur Genüge, in welch wechselnder chemischen Zusammensetzung der Laterit auftreten kann. Dasselbe tritt namentlich in der grofsen Verschiedenheit der Laterite in ihrem S_iO_2-, Al_2O_3- und Fe_2O_3-Gehalte hervor, von der ich einen weiteren Beleg hier noch vorführen möchte:

	Laterit von Malansch	Tafelberg	Gabun	Ragoon
S_iO_2	80,5 %	53,5 %	10,4 %	37,0 % (ungefähr)
Al_2O_3	11,1 -	26,8 -	17,8 -	6,0 - -
Fe_2O_3	4,0 -	9,8 -	58,0 -	47,0 - -

In derselben Weise, wie die Braun- und Roteisenstein-Ablagerungen in Deutschland von aufserordentlich wechselndem Gehalte an Eisen und Thonerde anzutreffen sind, verhält es sich auch mit den Lateritkonkretionen und Lateritlehmen. Während dieselben an einem Orte (Ostafrika, Indien) die technische Verarbeitung zu metallischem Eisen ohne Umstände gestatten, sind sie an einem andern Orte vollständig unbrauchbar für technische Zwecke. Hat nun auch der Laterit und namentlich der feste in seiner chemischen Zusammensetzung die gröfste Ähnlichkeit mit sehr vielen Rot- und Brauneisensteinlagern unserer Dyas und Trias, so unterscheidet er sich doch in einer Beziehung wesentlich von dem norddeutschen Raseneisenstein und zwar dadurch, dafs er weit ärmer ist an Phosphorsäure als dieser. Der Phosphorsäure-Gehalt des Raseneisensteins erreicht oft eine erhebliche Höhe, während dieselbe im Laterit nach den bis jetzt vorliegenden Untersuchungen nur eine äufserst geringe ist. Diese Unterscheidung ist aus der so verschiedenartigen Bildungsweise der Gesteine wohl erklärlich.

Um schliefslich die Verwandtschaft des Laterits in

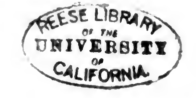
seiner chemischen Zusammensetzung mit den Roterden und Gelberden darzuthun, sei noch eine kleine Zusammenstellung bereits genannten Laterits mit von mir in St. Catharina, Südbrasilien, aufgenommenen Erden[1] vorgeführt. In HCl waren löslich:

	Laterit von				Brasil. Erden (Feinerde)	
	Malansch[2]	Tafelberg	Gabun	Ragoon	Karnopsberg (Wald u. Weide) rotbraun	Urwalderde (Jaraguá) gelblich
Organische Substanz u. chem. gebund. Wasser	—	9,19	(13,0)	?	(7,8 %)	(10,8 %)
S_iO_2	2,5 %	3,13 %	—	0,12 %	?	?
Fe_2O_3	2,4 -	9,4 -	58,0	46,3 -	16,8 %	6,1 %
Al_2O_3	1,9 -	6,0 -	12,4	5,8 -	3,7 -	3,6 -
CaO	0,05 -	— -	—	0,7 -	0,02 -	0,06 -
MgO	0,01 -	0,1 -	—	0,1 -	0,11 -	0,46 -
K_2O	0,10 -	0,05 -	—	— -	0,02 -	0,03 -
Na_2O	0,11 -	0,12 -	—	— -	?	?

In den brasilianischen Rot- und Gelberden von St. Catharina spec. Dona Francisca, welche soeben vorgeführt, fehlte jede Spur von Konkretionen oder festen lateritartigen Gebilden, obgleich solche von Mangan-Eisengestein in der Nachbarschaft in auffälliger Weise aufgedeckt sind. Es ergiebt sich jedoch aus dem salzsauren Auszug des Bodens, dafs Eisen und Thonerde genug vorhanden, um der Lateritbildung die Unterlage zu gewähren, wenn nur die klimatischen und atmosphärischen Bedingungen derselben daselbst vorhanden wären.

Auf diese will ich jetzt zurückkommen. Wir waren oben zu dem Resultat gelangt, dafs Kohlensäure, Sauerstoff und Wasser in ihrer wechselseitigen Wirkung bereits genügten, die Lateritbildung chemisch zu erklären. Auf den reichen Kohlensäure-Gehalt der tropischen Atmosphäre hatten wir bereits einmal aufmerksam gemacht und ebenso auf den hohen Feuchtigkeits- und Sauerstoff- bez. Ozongehalt der Luft in den Tropen. Es sind damit in reichstem Mafse die Faktoren vorhanden, welche chemisch die Lateritbildung bedingen. Es bedarf also nicht einer Erklärung derselben, wie sie wohl dahin gegeben worden ist, „dafs eine vielartige Einwirkung der Vegetation stattfinde, indem sich eine Anreicherung des lockern lufterfüllten Gesteins vielleicht insofern vollzieht, als auf die Reduktion sogleich wieder die Oxydation folgt, das Eisen also grofsenteils zurückbleibt und sich scheinbar vermehrt, weil gleichzeitig die Lateritmasse von der rasch durchsickernden

[1] Ich werde später auf dieselben noch einmal näher eingehen.
[2] Berechnet auf 8,4 %, vergl. S. 146.



Flüssigkeit durch Auslaugung und Wegführung verringert wird". Es scheint mir nach den früheren Ausführungen sehr wohl verständlich zu sein, daſs Lateritbildung ohne Mitwirkung irgend welcher absolut erforderlicher Vegetations-Einflüsse vor sich gehen kann. Und es erscheint demnach überflüssig, sich in ähnlichen Meditationen zu ergehen, wie z. B. Sachsse in seinem Lehrbuch der Agrikulturchemie sie anstellt, wo er sagt[1]:

„Die zuweilen massenhafte Anhäufung des Eisenoxyds setzt entweder ein an Eisenoxyd reiches Muttergestein voraus, was bei einigen, wie bei den Roterden aus Paraguay vielleicht zutreffen mag" — (Verwitterungsprodukte von Olivindiabas?) — „oder aber Verhältnisse, durch welche während der Verwitterung alle übrigen Produkte derselben in gröſserem Maſsstab entfernt werden als gerade das Eisenoxyd, so daſs eine relative Anreicherung an diesem stattfinden kann. Da nun das einzige Mittel, durch welches Eisen im Boden löslich gemacht werden kann, in den Humussubstanzen besteht, welche jenes zu Oxydul reduzieren und es als kohlensaures Eisenoxydul löslich machen, so wäre eine weitere Bedingung für die Entstehung eisenoxydreicher Verwitterungsprodukte in der Vegetationsarmut zu suchen, die im Gebiete der Terra rossa und wohl auch der afrikanischen Laterite vorhanden sein wird. Von den roten Erden Paraguays sagt Töppen in seiner oben citierten Schrift (Hundert Tage in Paraguay, Hamburg 1885) unter anderem: »Wo irgend wir ein Stück Waldland kreuzten, trat fast ausnahmslos der rote Boden auf, eine Erscheinung, die ich in allen von mir beobachteten Landesteilen beobachtet habe, ohne daſs damit gesagt sein soll, daſs nicht auch Weidestrecken roten Boden aufweisen.« Hiernach schiene also umgekehrt natürlich nicht das Entstehen, wohl aber das Bestehen des roten Bodens in seiner ursprünglichen Form in irgend einer Beziehung zu einer dichten Pflanzendecke zu stehen." Soweit Sachsse!

Meine Ansicht geht dahin, daſs überall in den Tropen, wo die Atmosphäre relativ reich ist an Kohlensäure, aktivem Sauerstoff und Feuchtigkeit, hohe Temperatursteigerungen auf der Erdoberfläche des verwitterten Bodens abwechseln mit reichen und etwa periodisch sich einstellenden Niederschlägen, auch ohne Vegetationsdecke die Bildung von Lateritkonkretionen und Laterit-Sand und Lehmstein vor sich gehen kann. Es würde vielleicht sogar nicht schwer halten, dieses durch einen Laboratoriumsversuch zu beweisen. Wo aber Wald- oder Savannen-Vegetation eisenschüssigen lockern Verwitterungsboden be-

[1] S. 247 u. 248.

deckt, dort findet durch Sauerstoff-Ausscheidung der oberirdischen Pflanzenorgane, durch Kohlensäure-Ausscheidung der Wurzeln und Verwesungsprodukte gemeiniglich ein besonders energischer Angriff auf die Zersetzung der Stoffe im Boden statt, welcher auch der Lateritbildung zu gute kommt. Absterbende und in Verwesung begriffene organische Stoffe, wie sie in einer Vegetationsdecke vorliegen, bilden aufserdem das einzige Reduktionsmittel mineralischer Stoffe. Die aus ihnen zunächst hervorgehenden Kohlenwasserstoffe werden durch Sickerwässer in die Tiefe geführt und entziehen durch Bildung von Kohlensäure namentlich den Eisenoxydverbindungen den zu diesem Prozefs nötigen Bedarf an Sauerstoff. Eisenoxyd wird zu Eisenoxydul reduziert, und die freie Kohlensäure verbindet sich mit dem Eisenoxydul zu kohlensaurem Eisenoxydul, und alsdann nimmt jener Prozefs seinen Fortgang, welchen wir zuvor eingehend erörtert haben.

So wenig wie aber meines Erachtens angenommen werden darf, dafs überall an demselben Orte, wo heute Lateritbildung vorhanden ist, mehr oder minder kräftige Vegetation dem Erdboden gefehlt hat, so wenig darf behauptet werden, dafs dort, wo keine Vegetation vorhanden, Lateritbildung ausgeschlossen ist. Umfafst man mit dem Worte Lateritlehm die Verwitterungsprodukte aller Gesteinsarten in den Tropen, sofern sie nur eine gelbliche oder rötliche Farbe aufweisen, so dürfte wohl erst recht erkannt werden, wie wenig direkte Bedeutung die Frage nach der Vegetations*decke* bei der Lateritbildung hat. Beschränkt man jedoch den Begriff des Laterits auf Gestein mit Konkretionen und Lehm- und Sandsteinbildungen, so ist zu bemerken, dafs Bildungen von wasserärmeren Eisenoxydhydraten und Thonerdehydraten sowohl an der Luft durch höhere Temperaturgrade wie unter Wasser etwa bei stagnierender Nässe vor sich gehen können.

Aber die Vegetationsdecke, Gras und Wald selbst sind nur wenig direkt, sondern hauptsächlich indirekt wirkende Faktoren bei der Lateritbildung. Wo Kohlensäure-Quellen in tieferen Erdschichten liegen, wie z. B. in der Sahara, vertreten dieselben die Kohlensäure Quellen, welche in dem Zersetzungsprozesse der humusbildenden oder verwesenden pflanzlichen Substanzen ihren Ursprung haben.

Auch auf unserem Kontinente und speciell in Deutschland haben in früheren Erdepochen, zumal während und nach der Karbonzeit, als tropisches Klima hier die älteste Erdrinde bearbeitete, Lateritbildungen stattgefunden. Die häufigen marinen und Süfswassereingriffe, sowie die äolisch wirkenden Kräfte haben indessen diese Gebilde zerrissen, zerstückelt oder auch wohl zusammengelagert. Im Rotliegenden, im Buntsandstein und im Röt, sowie gleichfalls im Old-red-Sandstone

Englands, Schottlands und Rufslands dürften wir die Trümmer einstiger Lateritfelder wiedererkennen. Nicht mit Unrecht erinnert auch v. Richthofen daran, dafs der so mächtigen Entwickelung des Perm, speciell des Rotliegenden, die vegetationsreiche Karbonzeit vorangegangen ist, während welcher einerseits die Atmosphäre gröfsere Mengen Kohlensäure enthielt, als sie heute führt, und welche andrerseits bei der Vermoderung der abgestorbenen Pflanzenteile grofse Mengen Kohlensäure für die Gesteinszersetzung lieferte.

Im Tropengürtel ist nun nicht, wie in Mitteleuropa, eine Unzahl von geologischen Entwicklungsstadien zu erkennen, daher findet man dort alles, was an Lateritgebilden bei uns in den einzelnen Formationen verborgen steckt, über dem mehr oder minder eisenreichen Muttergestein der weiten Tafelländer und Hochplateaus ausgebreitet. Dafs Afrika, Indien und Brasilien — über Nordaustralien sind wir noch nicht unterrichtet — die umfangreichsten Lateritfelder aufweisen, liegt sowohl an der tropisch zonalen Lage wie auch an dem hohen Alter dieser Länder.

Es war absichtlich unterlassen, die im Führer für Forschungsreisende von v. Richthofen zusammengefafste Ansicht über die Lateritbildung in aus dem Zusammenhang genommenen Sätzen in die obigen Erörterungen einzuschalten. Bei der Gewichtigkeit der v. Richthofenschen Ansichten sei es daher gestattet, am Schlufs der Erörterungen das Wesentlichste zu citieren. v. Richthofen sagt S. 464, § 206:

„Was der Gehängelehm für die feuchten Gebirgsländer der gemäfsigten Zone und der Löfs für die halbtrockenen Steppenländer gemäfsigter und tropischer Gebiete, das ist, hinsichtlich der Bestimmung des Bodencharakters über weite Regionen, der Laterit für die regenreichen tropischen Erdräume. Er gehört zu den verbreitetsten Bodenarten, ist aber aufserhalb Indiens bis vor kurzem kaum beachtet und nicht untersucht worden. — In frischem Zustande ist er frisch, aber schneidbar, braun, rot, gelb und weifs gefleckt, thonig und zuweilen etwas sandig. Die hellen und weifsen Teile sind weicher als die andern; daher werden sie an den Flächen eines Anschnittes, z. B. bei dem Ziehen eines Grabens oder dem Einschneiden einer Strafse, leicht vom Regen herausgewaschen. Eine solche Fläche erhält dadurch ein zellig-schwammiges Gefüge. Die stehenbleibenden dunkleren Teile sind eisenreich. Sie werden bald glänzend braun oder schwärzlich und hart, so dafs die Anbruchsfläche ein vollkommen schlackenartiges Ansehen erhält. Solche schlackige Krusten klingen zuweilen hohl und sind für vulkanische Gebilde gehalten worden. Vor diesem Irrtum,

welcher falsche Angaben über das Vorkommen von Vulkanen in die Litteratur gebracht hat, hat sich der Reisende zu hüten. Ein einfaches Durchschlagen der Decke genügt, um den Laterit zu zeigen. Auch ist sie dadurch charakterisiert, dafs sie durch Zerreiben ein rotes Pulver ergiebt.

Das Eisen ist als Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat vorhanden; sein Gehalt (in metallischem Eisen ausgedrückt) beträgt zuweilen 25—36 Prozent[1], daher wird der Laterit in manchen Gegenden besonders Afrikas zur Darstellung von Eisen benutzt. Der Laterit findet sich im frischen Zustande dort, wo hohe Wärme, Regenreichtum und üppige Vegetation sich vereinigen. Am besten ist er in Indien bekannt, wo Regur- und Lateritbildung einander ausschliefsen. Er bedeckt die feuchten Gebiete des tropischen Afrika, insbesondere an der Westküste. Man kennt ihn im Kongobecken und im Monbuttuland. In Brasilien ist er sehr verbreitet.

Die Entstehungsart des Laterits ist noch unvollkommen bekannt. Man hat ihn irrtümlich für ein Meeresgebilde, für ein Ablagerungsprodukt des Süfswassers und für ein solches der vulkanischen Auswurfsthätigkeit gehalten. Als sicher läfst sich anführen, dafs er aus der Zersetzung von anstehendem Gestein hervorgehen kann, und zwar unter denselben Bedingungen, welche in kühlerem Klima zur Entstehung des Gebirgelehms Anlafs geben. Er bildet die noch ganz an ihrer ursprünglichen Lagerstätte befindliche Verwitterungsdecke, zuweilen vollständig bis zum unzersetzten Gestein, bei Tiefenzersetzung aber vielleicht nur in den obersten Teilen. Als Zersetzungsprodukt von Gneis kennt man den Laterit auf Ceylon, in Indien und in Brasilien, als Umwandlungsprodukt thoniger Sandsteine wird er bei Pungo Andongo und bei Travancore angegeben; in der Nähe von Goa bildet er sich aus Basalt. Es scheint, dafs unter günstigen Verhältnissen in den Tropen die meisten an Thonerdebisilikaten reichen Gesteine in Laterit umgewandelt werden können. Aber auch alluviale und äolische Bildungen sind einer lateritischen Metamorphose fähig. Was in die dichte Vegetation hineingeschwemmt wird und sich zwischen ihr ablagert, und was aus der Atmosphäre zugeführt wird, erleidet Umänderungen in Erden, welche häufig die wesentlichen Merkmale des Laterits besitzen. Als eine dritte Entstehungsart läfst sich die Vereinigung zusammengeschwemmter Lateritbestandteile zu kompaktem Laterit bezeichnen.

Kann man auch die Thatsache dieser verschiedenartigen Um-

---

[1] Entspricht 33—50% Fe_2O_3.

wandlungsprozesse häufig genug beobachten, so fehlt es doch an jeglicher Erklärung, weshalb die genannten Verhältnisse zur Bildung gerade dieser Bodenart, insbesondere zur Ansammlung des Eisens und seiner Fixierung als rotes Oxyd führen, und weshalb der lehmigen Zersetzung in den feuchten Gegenden gemäſsigter Zonen die lateritische in den Tropen gegenübersteht.

Die Eigenschaften des Laterits führen zuweilen besondere Erscheinungen herbei. In Indien unterscheidet man den Hochflächen-Laterit. Auf flach ausgebreiteten Höhen, welche durch tiefe Thäler getrennt werden, insbesondere auf dem vulkanischen Gestein des sogenannten Deccan-Trapp, bildet er eine Decke von 50—200 Fuſs Mächtigkeit, die bis zu einer Meereshöhe von beinahe 5000 Fuſs hinaufgeht. Die Decke war nach den Berichten indischer Geologen früher zusammenhängend, ist aber jetzt vielfach unterbrochen. Als Bildungsperiode wird von einigen die frühe Tertiärzeit angenommen. Wo immer er sich dort auf solcher Lagerstätte befindet, bildet der Laterit öde schlackige Plateaus mit verkümmertem Wuchs von Bäumen und Sträuchern. Als seine ursprüngliche Entstehungsursache kann man nur diejenigen Vorgänge annehmen, welche ihn gegenwärtig hervorbringen. Es muſs also dichte Bewaldung vorhanden gewesen sein. Es ist zu untersuchen, ob nicht das Eingraben tiefer Furchen durch flieſsendes Wasser Anlaſs zu der Umwandlung gegeben hat und noch jetzt stellenweise giebt. Es würde den Laterit auf den Höhen zurücklassen, das Regenwasser würde in den schwammigen Boden einsinken; die Wurzeln der tropischen Waldbäume würden der beständigen Wasserzufuhr beraubt werden, die Wälder würden verschwinden, eine Schlackenrinde sich an der Oberfläche bilden. Da nun der Laterit das bei der Zersetzung übrig bleibende Produkt selbst ist, so kann er weiterhin eine Zersetzung nicht erleiden und bleibt unverändert als Decke liegen, während das darunter liegende Gestein weiterer Verwitterung unterworfen ist. So kann er durch lange Zeitalter an derselben Lagerstätte verharren; nur die Produkte seiner mechanischen Zerstörung werden in die Thäler herabgeschwemmt und geben zur Neubildung von Laterit Anlaſs."

Soweit v. Richthofen! Auf eine Kontroverse über verschiedene hier vertretene Ansichten, welche sich nicht mit den meinigen vollständig decken, darf ich wohl verzichten, da ich meine Anschauungen bereits versucht habe völlig darzuthun und andererseits hier der Ort zu beschränkt ist, rein geologische Fragen in ihrer ganzen Ausführlichkeit zu behandeln.

Nur auf eins möchte ich schlieſslich noch aufmerksam machen. Im subtropischen Bundesstaat St. Catharina, Brasilien, hatte ich Ge-

legenheit, Manganstein-Konkretionen, in bräunlichem Thon eingelagert und auch vielfach mit Quarziten verwachsen, näher kennen zu lernen. Eine qualitative chemische Untersuchung, von Dr. Erdmann ausgeführt,[1] ergab, dafs das Gestein im wesentlichen ein Eisenmanganerz, welches das Mangan in Form von Superoxyd (Braunstein) enthält, darstellt. In sehr geringen Mengen befinden sich darin Aluminium, Calcium, Barium, Nickel, Kobalt, Phosphorsäure und Kieselsäure. Manche Stücke dieses Gesteins wiesen eine ähnliche schlackenartige Bildung auf wie Lateritkonkretionen, nur mit dem Unterschiede, dafs die Oberfläche des Gesteins eine blättrigschalige, blasenähnliche Struktur zeigte, welche ich am Laterit niemals beobachten konnte. Anfänglich hielt ich das Gestein für vulkanisch, vornehmlich weil jene schlackenähnlichen blasigen Bildungen ganz den Anschein boten, als ob feurigflüssiges Material, jäh mit Wasser oder feuchten Dünsten in Berührung gebracht, erstarrt sei. Ich bin jedoch dahin überführt worden, dafs es sich hier auch nur um einfache Konkretionen handelt, die ein Analogon zur Lateritbildung bieten. Nur gingen die Braunsteinbildungen tiefer in die Erde hinein, als ich sie je bei Lateritbildung beobachten konnte, jedoch wurde das Gestein durch Tagebau gefördert. Näher auf dieses interessante Gestein hier einzugehen, dürfte aus dem Rahmen der Arbeit treten.

Nach alle dem, was über den Laterit und Lateritlehm aufgeführt ist, läfst sich wohl folgern, dafs der Wert desselben als Kulturboden im allgemeinen ein recht zweifelhafter ist. Dennoch ist dieses unterschiedlich zu betrachten, weil, wie wir sahen, einmal die Zersetzungsprodukte der verschiedensten Gesteine in den Tropen zum Laterit gerechnet werden, dann weil das Alter der Lateritböden ein sehr verschiedenes ist und demgemäfs die Alkali- und Kalkauslaugungen im vorgeschritteneren und im Anfangsstadium stehen können, und endlich, weil klimatische Änderungen eintreten können und auch wohl hier oder da eingetreten sind, welche der Kultur auf Lateritlehm günstige Vegetationsbedingungen bieten. Im allgemeinen kann man annehmen, je älter ein Lateritlehm ist, desto ausgelaugter und ärmer ist er an Kalk, Kali und Natron und auch wohl Magnesia und Phosphorsäure, selbst wenn diese Stoffe im Muttergestein relativ reichlich vorhanden waren, und desto unrentabler ist seine Kultur, selbst wenn die Feuchtigkeits- und klimatischen Verhältnisse derselben günstiger geworden sind als während der früheren Bildungszeiten des Laterits.

---

[1] Korrespondenzblatt des naturwissenschaftl. Vereins für die Provinz Sachsen und Thüringen in Halle. 1890. S. 29.

Lateritlehm und Lateritthon, aus eruptivem Muttergestein hervorgegangen, kann in jüngeren Stadien der Bildung bei günstigen klimatischen und Feuchtigkeitsverhältnissen noch einen recht brauchbaren Kulturboden liefern, auch wenn derselbe bereits feste Konkretionen enthält, die ein Ausdruck für einen grofsen Eisenreichtum des Muttergesteins sein können.

Den ungünstigsten Kulturboden werden Lateritböden darstellen, welche aus Sandsteinverwitterung hervorgegangen sind, und vermutlich auch alle Lateritböden, deren Bildung sekundär vornehmlich durch fliefsendes Wasser und sündflutähnliche Niederschläge entstanden ist. Dafs ferner alle Lateritböden, welche mit schlackigen oder sandsteinartigen Gebilden reich durchsetzt sind, den geringsten agrikulturellen Wert besitzen und diejenigen, welche den Charakter der Rot- oder Gelberden tragen, landwirtschaftlich die wertvolleren sind, bedarf wohl kaum der näheren Auseinandersetzung.

Das ist in der Hauptsache das Wesentlichste, was über den Kulturwert der Lateritböden gesagt werden kann. Derselbe hängt dann im übrigen ganz in derselben Weise wie die Lehm- und Sandböden der gemäfsigten Zone von regionalen und lokalen Boden- und Klimaverhältnissen ab, auf welche wir hier nicht näher eingehen wollen. Ist geologisch eine Klassifikation der verschiedenartigen Lateritgebilde erfolgt, wozu es bis jetzt wohl noch an genügenden präcisen Detailarbeiten in allen Lateritgebieten fehlt, dann ergiebt sich die landwirtschaftliche Klassifikation von selbst; dieselbe mufs jedoch den geologischen Arbeiten folgen und kann ihnen nicht vorausgehen.

Man hat wohl die Lateritgebiete mit dem Namen Hungergebiete im schlimmsten Sinne des Wortes bezeichnet und aus der Geschichte Indiens, Afrikas und Brasiliens die furchtbarsten Beispiele dafür angezogen, aber man thut mit dieser Bezeichnung insofern den Lateritböden unrecht, als sie bei günstigen klimatischen und Feuchtigkeitsverhältnissen diesen Ruf durchaus nicht immer verdienen. Sind dieselben jedoch nicht vorhanden oder bleiben die Niederschläge einmal wider Erwarten aus, dann freilich ist die Region des Lateritbodens am ehesten der Gefahr unterworfen, totale Mifsernten für Menschen und Vieh zu liefern, weil der Lateritboden gemeiniglich wenig Wasser haltende Kraft esitzt. Als Beweis dafür, dafs es nicht ausschliefslich der Lateritboden, sondern vornehmlich die wechselnden Mengen der Niederschläge sind, welche das Gedeihen der Kulturen beeinflussen und zu Zeiten die gröfsten Mifsernten herbeiführen, mögen die Zahlen für die Nieder-

schläge dienen, welche Peschuël-Lösche für die Loangoküste Westafrikas aufführt[1]. Es fielen daselbst an Regen in mm:

1870/71	nach Schätzung	500
1871/72	-	700
1872/73	-	200
1873/74	-	200
1874/75	nach Messung	1577,9
1875/76	-	541,8
1876/77	nach Schätzung	300
1877/78	-	500
1878/79	-	1300
1879/80	-	1100

Und in Gabun[2], wo fast sechsjährige Beobachtungen einen jährlichen Regenfall von etwa 2400—2700 mm ergaben, fielen 1882 sogar 3106 mm, dagegen 1881 nur 1469 mm. So schwanken also in den Lateritgebieten alljährlich die in der Hauptsache von den Gewitterentladungen abhängigen Massen der Niederschläge! Und es verdanken die Lateritböden in erster Linie ihre Unwirtlichkeit dem Umstande, dafs zeitweilig hochgradiger Mangel an Feuchtigkeit vorliegt. Wird derselbe durch Klimaänderung oder kulturelle Anlagen beseitigt, so bedarf es nur des Zuführens gewisser Pflanzennährstoffe und die Kultur der Böden kann unverzüglich in Angriff genommen werden. Auch wird wohl schwerlich oder doch nur sehr selten die Lateritbildung als solche den Wald in seinen früheren Standorten verstört haben, wie einige z. B. auf dem Hochplateau von Deccan annehmen, sondern es dürften wohl vornehmlich klimatische Wechsel, nicht selten hervorgerufen oder eingeleitet durch grofse, von Menschen entfachte Savannen- und Prairiebrände, für das Eingehen von Wäldern verantwortlich gemacht werden. Ist der Wald aber einmal verstört, dann hält es sehr schwer, dafs er wieder Terrain gewinnt, das ist ja in den Tropen eine allgemein bekannte Thatsache.

Es war schon in dem Vorhergehenden Veranlassung, auf die zumeist subtropischen Roterden einzugehen. Ich habe dem hier noch Folgendes hinzuzufügen.

In der gemäfsigten Zone pflegen rötliche Bodenarten ihre Färbung direkt der rötlichen Färbung des Muttergesteins zu verdanken. Die Verwitterungsböden der Sedimente des Rotliegenden, des Buntsand-

[1] Dr. Peschuël-Lösche, Die Loangoexpedition. III. Teil. S. 80.

[2] v. Dankelmann, Observations Météorologiques etc. S. 42. 47.

steins, des Röt, des Gipskeupers und des Lias sind mehr oder minder typische Repräsentanten unseres rotgefärbten Kulturlandes; in den Tropen gehen die Roterden — abgesehen von den Verwitterungsprodukten eisenschüssiger Sandsteine und Schieferthone — der Mehrzahl nach aus chemischen Prozessen, und zwar direkt aus der Verwitterung der massigen Gesteine hervor.

Es war bei der Besprechung des Laterits eingehend die Bildung des Eisenoxyds und Eisenhydroxyds wie der wasserärmeren Verbindungen des Oxydhydrats im Boden behandelt worden, und indem ich dieses in Erinnerung bringe, möchte ich die Roterden der Tropen und Subtropen als eine unvollkommene oder niedriger stehende Entwicklungsphase der Lateritbildung bezeichnen. Zu einer schlackenartigen oder gesteinsfesten Lateritbildung fehlt es im Gebiete der Roterden einesteils häufig an genügenden Mengen Eisen im Boden, anderenteils jedoch vornehmlich an den klimatischen und atmosphärilischen Bedingungen der Lateritbildung und dann auch wohl — was gewiſs öfter zutreffen mag — an einer hinreichend langen Epoche des Gesteinsverwitterungsprozesses.

Es ist durchaus berechtigt, anzunehmen, daſs in jenen früheren Zeiten, als die Nordhälfte der Erde tropischen Zuständen unterlag, Roterde und lateritähnliche Bildungen gleichfalls in unsern Regionen verbreitet waren. Die häufigen marinen und brackigen Überflutungen, vielleicht auch äolische und fluviatile Kräfte haben jene Gesteine zu Sedimenten umgewandelt. Und wenn ähnliche Einwirkungen von Meeres- und Süſswassereingriffen im tropischen Erdgürtel stattgefunden hätten, dann würden wir heute statt der lockern eisenschüssigen Gesteine daselbst wie bei uns eisenschüssige sedimentäre Gebilde antreffen, die je nach der Beeinflussung durch die Gewässer rote oder gelbe sandige, lehmige und thonige Ablagerungen darstellten.

Die rot- und gelberdigen Böden der Tropen sind daher nichts anderes als originelle Verwitterungsprodukte ältester Gesteinsformationen, welche je nach dem Alter der Muttergesteine längeren oder kürzeren ausschlieſslich subaerischen Umbildungsprozessen mehr oder minder unterworfen waren, oder sie stellen auch die Verwitterungsprodukte selbst an Ort und Stelle dar, ausschlieſslich durch die Atmosphärilien und das Klima beeinfluſst.

Man ist wohl vornehmlich durch die roten Lehme Brasiliens dazu geführt, dieselben Roterden zu benennen, Terra roxa, und ich möchte dazu nur bemerken, daſs es sich für weniger intensiv rot gefärbte Bodenarten, wie sie meistens die Verwitterungsprodukte der eisenärmeren Granit- und Syenitstöcke bieten, empfehlen würde, analog der Bildung Roterde das Wort „Gelberde“ einzuführen. Es wird durch

dieses Wort gewonnen, dafs man zugleich auf das Muttergestein der Erde hinweist, was durch das unterschiedslos gebrauchte Wort „Roterde“ nicht zu ermöglichen ist.

Über die rötlichen Böden Brasiliens, Sande, Lehme und Thone, ist bis jetzt noch wenig wissenschaftliches Material vorhanden. Es fehlt in Bezug auf dieselben sowohl an geologischen wie chemischen und physikalischen Untersuchungen. Mehr schon hat sich die Praxis der Landwirtschaft bemüht, einige recht unklare Klassifikationen einzuführen. Dr. Dafert[1] giebt in seiner Abhandlung „Die Landwirtschaft São Paulos“ eine kleine übersichtliche Zusammenstellung der Bodenarten dieses Staates nach ihrer Zusammensetzung und läfst eine solche nach der Abstammung aus der Geological Mapp of the Coffee Area of Centralbrazil according to Prof. Orville A. Derby (Rio de Janeiro 1884) folgen. Es bieten sich dann dazu noch die eigenen Beobachtungen, welche ich während meines flüchtigen Aufenthalts in St. Paulo machen konnte.

Man teilt die eisenschüssigen Erden in Brasilien folgend ein:

1. Terra catanduva = (?)
   eisenschüssiger Thonboden.
2. Terra roxa argilosa = (thonige Roterde)
   stark eisenschüssiger Lehmboden.
3. Terra roxa superior = (Roterde 1. Klasse)
   stark eisenschüssiger lehmiger Sandboden.
4. Terra roxa igual = (gleichmäfsige Roterde)
   stark eisenschüssiger lehmiger Sandboden.
5. Terra massapé preta = (klebrige Erde)
   nicht stark eisenschüssiger lehmiger grauer Sandboden.
6. Terra vermelha = (hochrote Erde)
   eisenhaltiger lehmiger Sandboden.
7. Terra branca = (weifsliche Erde)
   fast eisenfreier lehmiger Sandboden.

Prof. Orville A. Derby läfst die Terra branca und vermelha sowohl von der Urformation, wie auch von der paläozoischen, triadischen und tertiären Formation abstammen, die Terra massapé nur von den beiden ersteren und die Terra roxa von Dioriten und Melaphyren[2]. Das

[1] Landwirtschaftliche Jahrbücher. Bd. XIX (1890) S. 222.

[2] Dr. Joaquim Martinho führt die Analyse eines Gesteins auf, welches Muttergestein der Terra roxa sein soll. Die Analyse ergiebt 52,3% SiO_2, 11,5% Fe_2O_3, 13% $Al_2O_3 + P_2O_5 + Mn_2O_3$, 3,9% CaO, 5,75% MgO, 3,9% $K_2O + Na_2O$, eine Zusammensetzung, welche der der Diorite und Melaphyre

letztere steht nun im eigentümlichen Widerspruch damit, dafs die terra roxa superior (auch legitima genannt) und terra roxa igual als lehmiger Sandboden bezeichnet werden, während doch Diorite und Melaphyre Hornblende und Oligoklas resp. Labrador, Anorthit und Augit der Zersetzung darbieten, aus denen eher thonige und lehmige Gebilde als Sandböden hervorgehen. Auch scheint mir die grofse angeblich fast unerschöpfliche Fruchtbarkeit und der gerühmte vielseitige Mineralreichtum und schliefslich auch der relativ hohe Thonerdegehalt der Terra roxa schlecht zu vereinbaren mit einem lehmigen Sandboden. Ich will indessen nicht weiter in eine Diskussion über diese brasilianischen Roterden eintreten, über welche auch die Reisestudien von Dr. Kärger[1] wenig Aufklärung gebracht haben. Es fehlt hier noch an genügendem wissenschaftlichem Material, welches allein ein richtiges Verständnis der Bodenarten ermöglicht.

Im Unterlande von Dona Franciska im Bundesstaat St. Catharina in Südbrasilien kommen Rot- und Gelberden vor, von denen bereits oben Seite 153 bei der Besprechung des Laterits die Rede war. Es war von jenen beiden aufgeführten Böden der eine ein lokaler Verwitterungsboden, der andere ein von den Bergen herabgeschwemmter. Dieselben seien nochmals den folgenden Zusammenstellungen eingereiht, welche eine Anzahl Bodenuntersuchungen von Rot- und Gelberden darthun.

(Siehe Tabellen S. 165—167.)

Aus diesen Analysen, deren Zahl noch um einige vermehrt werden könnte[2], ergiebt sich, so störend auch die verschiedenen Methoden des Aufschlusses der Substanzen erscheinen, doch mit grofser Gewifsheit, dafs die Roterden und Gelberden Brasiliens trotz ihres vielfach verbreiteten Ruhms verhältnismäfsig sehr arm an Phosphorsäure, Alkalien und auch Kalk und Magnesia sind. Sie erfordern daher aufserordentlich sorgfältige Düngungen mit diesen Nährstoffen, wenn die Böden auf die Dauer Erträge liefern sollen. Gegen diesen Grundsatz wird aber gerade in Brasilien meist unverantwortlich gesündigt und nicht zum wenigsten infolgedessen, dafs der Ruf der Produktionsfähigkeit der Terra roxa — wo sie nicht das Verwitterungsprodukt basaltischen Gesteins ist — weit besser ist, als sie verdient, und hochtrabende Worte, wie legitima und superior, nur dazu beitragen, ihre Mängel zu verhüllen. In Bezug auf den hohen Stickstoffgehalt der roten Böden werden wir später noch eingehende Betrachtungen anzustellen haben. Es sei

treffend entspricht. Vgl. Relatorio Annual da Estacão Agronomica de Campinas em 1889 por son Director Prof. Dr. Dafert. São Paulo 1890. p. 40.

[1] Dr. Kärger, Brasilianische Wirtschaftsbilder. Berlin 1889. S. 282 ff.

[2] Vergl. auch Sachsse, Lehrbuch der Agrikulturchemie. S. 248 u. 249.

Brasilianische Rot- und Gelberden aus dem Unterlande von *St. Catharina*. Proben vom Verfasser entnommen, Untersuchung von Dr. Schwab und Dr. Scheffler.	Mechanische Untersuchung auf lufttrockenen Boden, in Prozenten							Organische Substanz + chem. geb. H_2O, Boden bei 125° Cels. getrocknet	Gesamt	Chemische Untersuchung auf Boden bei 125° Cels. getrocknet, <3 mm, löslich in kalter HCl (48 Stunden)					
	>5 mm	5—3 mm	3—2 mm	2—1 mm	1—0,5 mm	<0,5 mm	abschlämmbar		N. %	Fe_2O_3	Al_2O_3	CaO	MgO	P_2O_5	K_2O
I. Karnopsberg (rotbraun) Verwitterungsprodukt v. eisenreichem Diorit. Oberkrume bis 22 cm Tiefe	0	0,03	0,18	0,48	1,78	42,22	55,34	7,79	0,16	16,780	3,650	0,021	0,108	0,055	0,021
II. Jaraguá Urwaldboden (gelblich). Wald frisch geschlagen und gebrannt. Aufgeschwemmter Boden. Oberkrume bis 22 cm Tiefe	0	0	0	0,26	0,74	43,46	55,54	10,77	0,27	6,120	3,600	0,062	0,455	0,069	0,033
III. Itapocú Urwaldboden (hellgelb). Hochgelegen, aufgeschwemmt. Oberkrume bis 22 cm Tiefe	0	0,03	0,10	0,56	1,38	22,44	75,52	7,54	0,18	3,690	1,950	0,041	0,035	0,045	0,052
IV. Itapocú Urwaldboden (gelblich). Wald frisch geschlagen und gebrannt, im Thale tiefgelegen, aufgeschwemmt. Oberkrume bis 22 cm Tiefe. Tabakpflanzung angelegt	0	0	0	0	0,10	51,86	48,04	5,48	0,18	3,520	2,170	0,101	0,496	0,050	0,043
V. Itapocú Urwaldboden. a. Oberkrume bis 10 cm Tiefe	0	0	0	0,08	0,94	53,50	45,48	8,54	0,18	4,20	1,410	0,082	0,460	0,080	0,084
b. Untergrund 10—22 cm Tiefe	0	0	0	0,06	0,12	50,56	49,26	7,20	0,17	4,20	1,190	0,040	0,390	0,060	0,062
Probeentnahme inmitten des Urwaldes. Boden gelblich, aufgeschwemmt.															

II. III. IV. V stellen aufgeschwemmte Verwitterungsböden dar, abstammend von Gneis, Thonschiefer, Diorit und Granit.

Rot- und Gelberden aus *São Paulo* aufgeführt von Dr. Dafert[1]	Mechanische Analyse			Methode der chem. Analyse	Analytiker
	Grob %	Mittel %	Fein %		
I. Terra roxa, Kulturboden von Limeira (Ibicaba) . .	(Sand) 46,9		(Clay) 53,1	Aufschluſs in verdünnter Säure (?)	A. Meyer
II. Terra de „Pedra de ferro“, Kulturboden bei Campinas (Saltinho Sete Quedas) .	100		—	do.	Derselbe
III. Terra roxa de Casa Branca	76,62		—	?	E. Aubin
IV. Terra roxa . . .	76,36		—	—	Derselbe
V. Terra roxa. S. Barbara (Bestand Zuckerrohr) . .	9,10	34,4	56,50	Aufschluſs in heiſser Salzsäure	Dafert Campinas
VI. Terra vermelha. S. Barbara (Bestand Kaffee) . .	7,30	42,20	50,50	do.	Derselbe
VII. Terra argilosa vermelha. S. Barbara (Bestand Weinkultur)	5,8	35,0	59,2	do.	Derselbe
VIII. Terra vermelha. S. Barbara (Bestand Weinkultur)	4,9	32,0	63,1	do.	Derselbe
IX. Terra vermelha. S. Barbara (unkultiviert) . . .	11,8	33,0	55,2	do.	Derselbe
X. Terra massapé. Campinas (Bestand Kaffee)	31,13	20,87	47,12	Aufschluſs in Salpetersäure	Derselbe
XI. Terra arenosa vermelha. S. Barbara (Bestand Wein)	5,80	35,0	59,20	Aufschluſs in heiſser Salzsäure	Derselbe

hier noch auf die eigentümliche Erscheinung hingewiesen, daſs, je weiter man sich südlich von St. Paulo wendet, bis hinab in das niedere Fluſsgebiet des Parana, desto mehr auch die Rot- und Gelberdenformation von der Oberfläche des Landes verschwindet, um der Schwarzerde, dem Kamp- und schwarzen Pampasboden die Oberkrume einzuräumen. Unter derselben lagert sie freilich in oft auſserordentlicher

[1] Vgl. Landwirtschaftliche Jahrbücher. Bd. XIX (1890) S. 218. 219. — Relatorio annual da Estacão Agronomica de Campinas em 1889 p. 40 ff.

Chemische Analyse der Feinerde in Prozenten der Feinerde

Organ. Substanz	Gesamt N	unlöslich	löslich	Fe_2O_3	Al_2O_3	CaO	MgO	P_2O_5	K_2O	Na_2O	SiO_2	SO_3
7,60	0,03	85,62	14,38	4,18	2,02	0,24	Spuren	0,08	0,04	0,02	0,19	0,01
2,2	0,02	93,14	6,86	3,26	1,00	0,08	0,04	0,03	0,05	0,04	0,16	Spuren
16,62	0,769	—	—	18,300	—	0,031	0,040	0,531	0,169	0,022	0,220	0,043
13,64	0,849	—	—	10,700	—	0,031	0,050	0,243	0,141	0,024	0,240	0,038
—	—	74,17	25,83	—	—	0,080	Spuren	0,036	0,060	—	—	—
—	—	75,92	24,08	—	—	0,046	—	0,007	0,039	—	—	—
—	—	80,11	19,89	—	—	0,144	—	0,005	0,074	—	—	—
—	—	86,65	13,35	—	—	0,054	—	0,013	0,033	—	—	—
—	—	86,41	13,59	—	—	0,182	—	0,015	0,118	—	—	—
—	—	95,89	4,11	—	—	0,110	0,128	0,007	0,076	—	—	
—	—	80,11	19,89	—	—	0,144	—	0,005	0,074	—	—	—

Mächtigkeit und in weitester Ausdehnnng bis hinüber an den Fuſs der Cordilleren. Klimatischem Wechsel ist es wohl zuzuschreiben, daſs in diesen subtropischen, auſserhalb der Wendekreise gelegenen Gebieten eine Überlagerung des roten Lehms mit einer starken humosen Schicht stattgefunden. Wir werden in einem folgenden Abschnitte diese Kampländereien sowie den Untergrund der Pampasformation näher kennen lernen.

Auch in Indien ist durch das Manual of the Geology of

India[1] ein Gebiet der Roterde bekannt geworden. Der hier gebrauchte Ausdruck „Red Soil" ist indessen in sehr weitem Sinne angewandt, um vornehmlich diejenigen Böden zu kennzeichnen, welche nicht schwarz sind. Er besagt weder etwas über die geologische Natur der Böden, noch über ihre Verbreitung, auch bietet er keine Aufklärung über ihren Kulturwert. Gemeiniglich stellt der Red Soil einen sandigen Thon, durch Eisenverbindungen rot gefärbt, vor, und bildet entweder das Verwitterungsprodukt an Ort und Stelle oder eine durch Regenwasser herbeigeführte Umlagerung der Verwitterungsprodukte. Aber auch rein alluviale Böden gehen unter dem allgemeinen Namen der Roterde. In sehr vielen Fällen scheint der Name Roterde in Südindien auf tiefe rotgefärbte alluviale Sandablagerungen angewandt zu werden, welche der Einwirkung von Flufs- oder Regenwasser ihre Entstehung verdanken. Ob der indische Red Soil auch in irgend einem Lagerungsverhältnis zu dem später zu beschreibenden Regur steht, habe ich nirgend ersehen können. Es teilen auch hier — wie in Brasilien — die Rot- und Gelberden dasselbe Geschick der Unklarheit und wissenschaftslosen Definierung, welches im allgemeinen auch auf den Lehm-, Sand- und Thonböden der gemäfsigten Zonen lastet, als deren eisenschüssige Repräsentanten sie in den Tropen angesehen werdén müssen.

Es wurde bereits früher darauf hingewiesen, dafs auch im südlichen Europa, namentlich im Karstgebiete, die Roterde, hier Terra rossa bezeichnet, eine wohlbekannte Erscheinung sei. Sie ist jedoch im Karst wie in den Ländern des Mittelmeeres als Residuum thon- und eisenreicher jurassischer bis tertiärer Formationen anzusprechen. Inwieweit das jüngere geologische Alter dieser Roterden und das sedimentäre Muttergestein von Einflufs auf einen günstigeren Pflanzen-Nährstoffgehalt derselben gewesen, vermag ich nicht zu beurteilen. Vermuten möchte ich indessen, dafs überall, wo Roterdebildungen vorliegen, die Oberkrume des Gesteins relativ arm an Alkalien ist, und dafs ebenso Kalk, weniger Magnesia, in nur beschränkten Mengen in der Oberkrume zurückgeblieben ist. Die mit Kohlensäure reichlich beladenen Wässer der Tropen und Subtropen haben vornehmlich der Oberkrume diese Stoffe mehr oder minder gänzlich entführt, und zwar in relativ kurzer Zeit. Das ist vornehmlich auch beachtenswert dort, wo in unsern afrikanischen Gebieten diese Gebilde auftreten.

Vielleicht werden gerade geologische Forschungen in unseren Besitzungen in Afrika dazu beitragen, eine möglichst scharfe Grenze zwischen der Laterit- und Rot- und Gelberdebildung zu ziehen, denn

[1] Part. I p. 429.

diese Gebilde nehmen eine nicht unbeträchtliche Ausdehnung in denselben ein.

Auch hellgelb- und weifsgefärbte Thon-, Lehm- und Sanderden sind natürlich in den Tropen anzutreffen, jedoch nicht in dem Umfange wie im gemäfsigten Klima, weil in letzterem der Eisengehalt der erdigen Lithosphäre durch die vielen geologischen Umwandlungen derselben mehr oder minder entzogen ist, Prozesse, welche in den Tropen und namentlich in Mittelafrika nur in sehr beschränktem Mafse stattgefunden haben. Es liegt eben in den tropischen Ländern alles das, was in der gemäfsigten und kalten Zone an Eisenoxyd und Eisenhydroxyd vornehmlich im Rotliegenden, im Buntsandstein, im Röt, im Keuper, im Lias und in der Kreideformation zerstückelt ist, an der Bodenoberfläche ausgebreitet, und selbst wirkliche Lehmböden[1], als solche auch durch eine gelbliche oder schwarzbräunliche Färbung denjenigen Deutschlands ähnlich, pflegen immer durch einen hohen Eisengehalt ausgezeichnet zu sein. Hierfür mögen noch einige Analysen von Böden aus Dona Franciska als Beleg aufgeführt werden.

(Siehe Tabelle S. 170 u. 171.)

Humusböden oder Böden mit hohem Humusgehalt sind in den Tropenländern zwischen den Wendekreisen verhältnismäfsig nicht in jener Ausdehnung anzutreffende Erscheinungen, wie die gemäfsigten Zonen sie aufzuweisen haben. Sehr häufig findet man mitgeteilt, dafs reine tiefgründige Humusböden wenig oder gar nicht in den Tropen vorhanden sind. Auch Dr. Dafert sagt in seiner Abhandlung „Die Landwirtschaft St. Paulos“[2]: „deutsche Weizenböden erster Klasse habe ich noch nicht angetroffen, aber auch keine besonders unfruchtbaren Proben“. „Insbesondere ist häufig Mangel an Kalk und fast durchweg das Fehlen gröfserer Mengen Humus bemerkbar.“ In gröfserer Ausdehnung finden sich jedoch humusreiche Böden in den Subtropen.

Einen geringen Humusgehalt tropischer Böden, wo er wirklich vorliegt und nicht auf Täuschung beruht, indem die Humuspartikelchen durch Eisenoxydhydrat verdeckt sich den Augen entziehen, findet man durch viele natürliche Prozesse leicht verständlich. Erstens führt ja bekanntlich die tropische heifse und zeitweise mit Wasserdämpfen reichlich geschwängerte Atmosphäre überall eine schnelle Zersetzung organischer Substanzen und eine baldige vollständige Auflösung der Materie herbei. Meterstarke Bäume weichen Holzes zu Boden ge-

---

[1] Im Sinne der Landwirtschaft der gemäfsigten Zonen.

[2] Landwirtschaftliche Jahrbücher. Bd. XIX (1890) S. 190.



Lehmböden. Kulturland aus dem Unter- und Oberlande von *St. Catharina.* Proben vom Verfasser entnommen. Untersuchungen von Dr. Schwab und Dr. Scheffler.	Mechanische Untersuchung auf lufttrockenen Boden, in Prozenten							Organische Substanz + chem. geb. H_2O, Boden bei 125° Cels. getrocknet	Gesamt N	Chemische Untersuchung auf Boden bei 125° Cels getrocknet, <3 mm, löslich in kalter HCl (48 Stunden) in Prozenten					
	>5 mm	5–3 mm	3–2 mm	2–1 mm	1–0,5 mm	<0,5 mm	abschlämmbar			Fe_2O_3	Al_2O_3	CaO	MgO	P_2O_5	K_2O
I. Cubataothal. Weideland (gelbbraun). Aufgeschwemmt. Oberkrume bis 22 cm Tiefe. Unterland	0	0	0,14	0,22	0,86	39,18	59,60	13,31	0,31	5,480	2,000	0,120	0,360	0,060	0,030
II. Inselstrafse. Ackerland seit 8 Jahren in Kultur. Zuckerrohrstoppel (braun). Oberkrume bis 22 cm Tiefe. Unterland	0	0	0	0,06	0,20	26,66	73,08	10,05	0,29	6,090	2,930	0,210	1,010	0,140	0,110
III. Dr. Dörffels Berg. Ackerland seit 15 Jahren in Kultur, alljährlich schwach gedüngt. Verwitterungsboden, Muttergestein Gneis (?) oder dioritisch (?). (Gelblich.) Oberkrume bis 17 cm Tiefe (bis zur Pflugsohle). Unterland	0	0,03	0,02	0,26	3,70	38,42	57,60	9,79	0,14	5,310	1,250	0,021	0,020	0,034	0,030

IV. Bismarckstrafse. Ackerland seit ca. 8 Jahren in Kultur (humoser, braunschwarz gefärbter Lehmboden). Oberkrume bis 22 cm Tiefe. Oberland	0	0,12	0,14	0,24	0,68	26,98	71,96	12,23	0,37	6,260	1,710	0,040	0,043	0,060	0,057
V. Humboldtstrafse. Ackerland ca. 3 Jahre in Kultur (schwerer dunkelbrauner Lehmboden). Oberkrume bis ca. 22 cm Tiefe. Oberland	0,08	0,08	0,14	0,30	0,34	24,24	74,98	11,93	0,27	7,450	1,830	0,028	0,386	0,120	0,063
VI. Rio Negrostrasse. Ackerland ca. 8 Jahre in Kultur (gelblicher, äufserlich humusarmer Lehmboden). Oberkrume bis bis 22 cm Tiefe. Oberland .	4,45	3,50	1,46	4,90	8,36	39,96	45,37	6,66	0,15	4,030	1,530	0,116	0,744	0,072	0,287

I und II sind Böden niedergeschwemmt aus archäischem Gebirge (Serra do Mar) mit Kontaktmetamorphosen und porphyrischen Einlagerungen.

IV, V und VI sind lokal umgelagerte Verwitterungsböden in bergigem Terrain, ca. 900 Meter hoch über dem Meere, früher mit üppigem Urwald bestanden, nicht weit von der Grenzlinie der Kampböden. Muttergestein wie bei I und II (Serra do Mar).

streckt pflegen oft schon nach verhältnismäfsig wenigen Jahren zumal dank der mitzersetzenden Thätigkeit von Gewürm, Käfern und Larven vollständig zerfallen zu sein. Das weifs jeder erfahrene tropische Kolonist und sucht den Humus seines Ackers, wenigstens so gut es gehen will, dadurch zu vermehren, dafs er die dicken Stämme, zumal weichen Holzes, nicht dem Feuer, sondern der Vermoderung preisgiebt. Zweitens pflegen die ungeheuer heftigen und oft auch lang anhaltenden Niederschläge, welche in einer Minute 1—2 mm Wasser und darüber zu liefern im stande sind, dazu beizutragen, dafs in den Tropen die in der Vermoderung begriffenen organischen Substanzen ihrem ursprünglichen Lagerungsorte bald entführt werden und keine tiefe schichtmäfsige Ablagerung erfahren. Nur da, wo der Boden durch dichten undurchdringlichen Urwald geschützt wird und namentlich langsam und schwer vermodernde Baumfarne die niedere Vegetation bilden, oder wo eine flache, horizontale Lage des Bodens den Gewässern einen schnellen Abzug versagt, pflegen unter Umständen Humusbildungen vor sich zu gehen; nicht minder auch dort, wo äolisch fortbewegte Staubmassen die Vegetationsdecken der Steppen und Prairieen alljährlich zur Trockenzeit ersticken und einbetten. Im übrigen reifsen die mächtigen abfliefsenden Regenmassen die locker gelagerten vermodernden Substanzen mit sich fort. Wer einmal die Wässer des Kongo gesehen, dem wird nie die kaffeebraune Färbung desselben aus der Erinnerung schwinden, welche meilenweit ins Meer hinaus dem Schiffer die Nähe dieses gewaltigen Stromes verrät und bei der Menge der fortgeführten organischen Substanzen dereinst ein meilenweit ins Meer sich vorschiebendes Delta verspricht. Jene geradezu auffällige Menge braunfärbender organischer Substanz — wie sie übrigens auch in andern westafrikanischen Flüssen anzutreffen ist — entstammt dem mittleren und oberen Lauf des Kongo und der grofsen Zahl seiner gleichfalls zumeist braungefärbten Nebenflüsse, die sich im weiten Kongobecken sammeln[1]. Stets wird man in den Tropenländern bemerken, dafs die Flüsse zumal zur Regenzeit eine aufserordentlich schmutzige bis dunkelbraune Färbung besitzen, eine Folge der Fortspülung und Auswaschung organischer Substanzen, nachdem die Atmosphärilien, von tierischen und pflanzlichen Zerstörern unterstützt, den Zersetzungsprozefs einer üppigen Vegetation eingeleitet.

Es zeichnen sich daher die tropischen Böden in aufserordentlich grofsen Flächen durch eine mehr oder minder gelbliche, auch hell-

[1] Vergl. hierzu Hermann von Wissmann, Meine zweite Durchquerung Äquatorial-Afrikas. Frankfurt a. O. 1890. Anhang 3. Profile der Wasseradern des Kassaigebiets.

gelbliche und rötliche Färbung aus. Dafs indessen auch tiefgründige humose Böden nicht gerade zu aufserordentlichen Seltenheiten gehören, zeigen vornehmlich der Regur Südindiens, ferner in den Subtropen die Pampas des La-Plata-Stromgebietes, die Campos Brasiliens, die Schwarzerden von Texas und schliefslich auch der Tschernosem Südrufslands, der hier mit erwähnt werden mag. Selbstverständlich bilden sich in den Tropen nicht minder wie in den Gebieten der gemäfsigten Zone überall dort Humusböden, wo sumpfige abflufslose Terrains vorliegen. Aber Moorböden und Torfablagerungen, Hochmoore, wie sie z. B. auf den Felsen der Shetlandsinseln und in anderen nördlichen Gebieten viele Meter hoch sich aufgebaut haben, fehlen in den Ländern der heifsen Zonen, ausgenommen in besonders hohen Gebirgslagen (in Indien über 1100 m Meereshöhe).

Der Regur[1], Regad, ist eine eigentümliche Schwarzerde, welche ungefähr ein Drittel des südlichen Indiens bedeckt, aber auch weiter nördlich auf dieser Halbinsel auftritt. Unter der 2—3 m tiefen thonigen, fettig klebrigen, feinerdigen und steinlosen Formation von intensiv schwarzer, aber auch bräunlicher bis grauer Färbung steht ein braungefärbter löfsartiger Untergrund, welcher von gröfseren Einschlüssen mit Ausnahme von Mergelknauern, sogenannten Kunkur- oder Kankarbildungen, gleichfalls gänzlich frei ist. Dieser ruht zumeist auf Gneis oder dem sogenannten Trapp. Die schwarze Oberflächenschicht besitzt einen Gehalt an organischer Substanz von 8—9 % und ist von derartiger Fruchtbarkeit, dafs sie ohne Düngung fortwährend Ernten produziert. Die Fruchtbarkeit ist so grofs, dafs einige dieser Schwarzerdeoberflächen 2000 Jahre lang ohne Düngung, ohne Brache und ohne Bewässerung getragen haben, andere sind weniger ergiebig und solche nahe der Südküste Indiens verhältnismäfsig unfruchtbar.

Der Name Regur ist wahrscheinlich aus einer Corruption von Regada hervorgegangen. In der Trockenzeit wird der Regur rissig und erhält Erdspalten von 0,1—0,3 m Tiefe und noch darüber hinaus; während der Regenzeit ist er zäh und klebrig und dehnt sich aufserordentlich aus. Sein Feuchtigkeitsfassungsvermögen ist ein sehr grofses. Trockner Regur, feuchter Atmosphäre ausgesetzt, vermochte nach angestellten Versuchen gegen 10 % seines Gewichtes an Feuchtigkeit an sich zu ziehen. Wegen des Wasserhaltungsvermögens erweisen sich auch fast überall in Regurgegenden Bewässerungsanlagen als unnötig. Im westlichen Teile von Deccan, Nagpur und Hyderabad wird der schwarze Boden niemals bewässert.

[1] Medlicott and Blandford, A Manual of the Geology of India. Calcutta 1887. Part. I p. 429 ff. — v. Richthofen, Führer für Forschungsreisende. S. 484 ff.

Die Menge der Niederschläge beträgt in den Regurregionen unter 1200 mm p. a. und beschränkt sich auf eine bestimmte Jahreszeit. Dieser Umstand scheint nach der landläufigen Ansicht die Schuld daran zu tragen, dafs Baumwuchs auf dem Regur nicht gedeihen will, sondern dafs nur Gräser von 0,75—1,20 m mittlerer Länge, oft jedoch auch weit höher, ihn überziehen. In Kultur genommen ist jedoch der Regur ein vorzügliches Ackerland und produziert vornehmlich Baumwolle in grofsen Mengen. Man hat ihm daher auch geradezu den Namen „Cottonsoil“ beigelegt Die massenhafte Produktion von Baumwolle auf dem Regur ist aber auch wohl vornehmlich dem Umstande zu verdanken, dafs nasse und trokene Jahreszeit hier scharf geschieden ist. Die Baumwolle bedarf zur Zeit der Blüte und Ernte ausschliefslich Sonnenschein und Dürre, und wo Niederschläge und Trocknis unregelmäfsig während des ganzen Jahres wechseln, wie es sonst im innern Tropengürtel meist der Fall ist, liefert sie ein unsicheres und weniger wertvolles Produkt. Dieser Umstand ist so beachtenswert, dafs man sich häufig schon veranlafst gesehen hat, allein infolge nasser und unregelmäfsiger Witterungsverhältnisse die Kultur der Baumwollstaude wieder aufzugeben, nachdem man sich lange mit ihrer Einführung abgemüht.

Indessen rechtfertigt die chemische Zusammensetzung des Regurbodens vollständig die ihm nachgesagte Fruchtbarkeit, zumal wenn man auch seine vorzüglichen physikalischen Eigenschaften dabei in Betracht zieht. Es liegen Untersuchungen von Mr. Tween vor[1], welche folgendes Resultat ergaben:

	I		II		III	IV	V
	aufgenommen nahe Seoni		aufgenommen nahe Seoni I. Bonität		aufgenommen im Narbadathal bei Indore	aufgenommen im Narbadathal bei Barwani	aufgenommen im Taptithal bei Burkanpur
	Oberkrume	Untergrund 5' tief	Oberkrume	Untergrund 3' tief	wenige Zoll tief		
unlöslich[2]	62,7	47,6	62,8	63,7	68,6	57,9	61,8
Organ. Substanz	9,2	8,4	9,0	8,7	7,2	8,7	7,7
Wasser	8,4	7,6	8,2	6,5	9,4	9,9	7,4
Fe_2O_3	11,0	15,9	10,9	11,4	6,8	4,4	5,7
Al_2O_3	7,5	8,6	7,6	8,4	5,8	8,8	7,7
$CaCO_3$	1,2	11,9	1,5	1,3	1,6	9,3	8,5
SO_3	Spuren	—	Spuren	Spuren	—	—	—
	100	100	100	100	99,4	99,0	98,8

[1] Mem. Geolog. Soc. I, IV (1864) p. 361.

[2] Mit welcher Säure der Boden aufgeschlossen wurde, ist nicht ersichtlich.

Innerhalb des Regurgebietes sind Lateritbildungen nicht anzutreffen, selbst nicht in den tieferen Schichten.

Über die Bildung des Regurs waren die Ansichten lange geteilt und dieses beruhte darauf, dafs schwarzerdige humose Bildungen in Indien namentlich nördlich vom 20. Breitengrade auf verschiedene Art und Weise vor sich gegangen sind und lokal herausgebildeten und hier auch berechtigten Anschauungen generelle Bedeutung zugemessen wurde. Zuerst wurde der Regur ausschliefslich als sogar direktes Verwitterungsprodukt des Trapp angesehen, weil er überall dort zu finden war, wo basaltische Trappgesteine lagerten, so auch im Norden in den basaltischen Rajmahalhügeln. Man hatte auf dem ganzen grofsen Deccan-Trapp-Areal Übergänge von zersetztem Basalt zu Regur in Tausenden von Abteilungen gesehen, und all die alluvialen Thäler, von denen die meisten schwarzen Boden besitzen, sind mit Material, welches von der Verwitterung von Basaltfeldern abstammt, gefüllt. Nur in der Nähe der Küste war Regurboden nicht beobachtet worden. Aber man wurde alsbald dazu geführt, dafs es keinem Zweifel unterliege, dafs zwar viele Formen von Regur in letzter Linie dem Basalt ihren Ursprung verdankten, andere aber auch der Verwitterung thonerdereicher Gesteine, wie sie das ganze südliche Indien in der Gneisformation bietet. Schliefslich verwechselte man früher offenkundig mit dem eigentlichen Regur alluviale humusreiche Thonbildungen der Flufsthäler, Morastbildungen aus Süfswasser und Sumpfbildungen von Lagunen und Ästuarien herrührend, die trockenes Land geworden waren.

Der Regur, welcher im Süden Indiens und auf dem basaltischen Trappplateau vorliegt, ist aber wohl ausschliefslich auf subaerische und vornehmlich äolische Bildung zurückzuführen. Nachdem v. Richthofen die mächtigen Löfsablagerungen Chinas bekannt gemacht hat[1], ist an der subaerischen, insbesondere äolischen Fortbewegung grofser Sand-, Thon- und Staubmassen auf weite Entfernungen nicht mehr zu zweifeln. Und diese Art der Bodenbildung wird noch häufig genug herangezogen werden müssen, um den geologischen Aufbau mancher Lokalitäten zu verstehen.

Die Entstehung des Regurs ist wohl als ein auf zeitweise feuchtem Grunde erfolgter Staubabsatz zu erklären, Hand in Hand gehend mit einer Anreicherung organischer Stoffe infolge Absterbens stark entwickelter ober- und unterirdischer Pflanzenteile. Denken wir uns alljährlich periodisch die nassen Moore oder besser die tiefgelegenen Heidegründe der norddeutschen Tiefebene mit grofsen, vornehmlich

[1] China, Band I Cap. 3.



Kaolin-, Kalk- und Glimmerpartikelchen führenden Staubmassen von benachbarten Bodenerhebungen überzogen, so wären die Bedingungen einer regurähnlichen Bodenbildung vorhanden. Die Nässe des Bodens verhindert, dafs die Staubteile wieder entführt werden, und dafür sorgt gleichfalls die Üppigkeit des Gras- und Krautwuchses, die sich namentlich zur Zeit der Niederschläge in den Tropen entwickelt. Zur Trockenzeit stirbt die oberirdische Vegetation ab und liefert dann das organische Material, welches sich weder bei Sonnenbrand verflüchtigen kann, noch zur Zeit der Nässe einer Zersetzung und Verflüchtigung ausgesetzt ist, weil es von den Thon- und Staubteilchen gleichsam eingebettet dem Luftzutritt entzogen wird. Die zeitweisen heftigen Niederschläge verfestigen und verkitten das abgestorbene Material in flachen Ebenen oder lösen es in hügeligen Terrains auf, um es zu verschwemmen und zu festen humosen Thonen zusammenzuführen und aufzubauen. In der alljährlichen öfteren regelmäfsigen oder auch unregelmäfsigen Wiederholung dieser Prozesse, zu denen sich die nicht unwesentliche Anreicherung abgestorbenen Materials des Wurzelsystems der Pflanzendecke gesellt, wächst der Boden im Laufe der Jahrtausende heran, bis andere klimatische Verhältnisse oder Veränderungen der Luftströmungen und Sturmrichtungen jene Prozesse unterbinden, oder auch das Material für die Staubbildung derart abgetragen ist, dafs die Verwitterungsprodukte an Ort und Stelle ihrer Entstehung liegen bleiben.

In den gemäfsigten Zonen der Kulturländer können heute derartig starke äolische Bodenablagerungen nicht mehr stattfinden, da den Stürmen zu viele Hindernisse entgegenstehen, um sich zu jener Gewalt und Ausdehnung zu entwickeln, wie sie sie in den Wüsten und auf den weiten kahlen Hochebenen und Steppen besitzen. Dann aber ist auch die kurzbemessene Trockenzeit des Sommers und beginnenden Herbstes, in welcher die Bodenoberfläche etwa von der Vegetation entblöfst trocken daliegt, hier nicht hinreichend genug, um den Winden genügendes staubiges Material zur Entführung zu bieten. Nur wo kahle Gebirge aufragen oder sandige Niederungen sich ausbreiten, findet bei uns noch Staubentführung und äolische Bodenumlagerung, wenn auch nicht immer in sehr ersichtlicher Weise, statt.

In früherer Zeit jedoch, als andere klimatische und Oberflächenverhältnisse vorlagen, sind auch in Deutschland regurähnliche Bodenbildungen vor sich gegangen, und es ist nicht unwahrscheinlich, dafs die thonigen Schwarzerden der thüringischen und sächsischen Ebenen, vielleicht auch diejenigen Polens zumal bei Löfsunterlage zu nicht geringem Teile der oben gezeichneten Art ihre Entstehung verdanken.

Eine dem tropischen Regur sehr ähnliche Bodenbildung ist auch die einst unter günstigeren klimatischen Verhältnissen und höheren Temperaturgraden, als sie heute dort vorliegen, entstandene Schwarzerde Sibiriens (insbesondere am Ob und im Ferghanathal[1]) und der bekanntere Tschernosem oder Tschornosjom Südrufslands[2]. Letzterer bildet gleichfalls eine aufserordentlich weite Fläche mit tiefgründigstem schwarzen Boden, welcher in frühesten Zeiten wohl hauptsächlich äolischer Beihülfe seine Entstehung verdankte. Der Tschernosem findet sich vornehmlich in den Flufsgebieten des Dnjepr, des Don und der Wolga und nimmt einen Raum des anderthalbfachen Areals von Frankreich ein. Die chemische und physikalische Zusammensetzung desselben ist eine der des Regurs sehr ähnliche. Der Boden enthält 6—16 % organische Substanz. In der Tiefe lagern gleichfalls bräunliche und gelbliche Löfsschichten, und festes Gestein steht in 1—20 m Tiefe unter der Oberfläche. v. Richthofen nennt die Fläche in urwüchsigem Zustande „eine Gras- und Kräutersteppe mit reicher Beimengung von Zwiebelgewächsen“. Das zugetragene Material entstammt zum Teil, sofern es nicht lokalen Bodenerhebungen seinen Ursprung verdankt, dem nördlich gelegenen weiten russischen Tafellande, welches jetzt ein eluviales Gebilde darstellt.

Zur Neuzeit ist das Anwachsen des Tschernosems, wie die Untersuchungen von Kostytschew[3] dargethan, zwar ausschliefslich auf das Zunehmen der organischen Substanz durch die absterbende Vegetation zurückzuführen, da einerseits die Staub liefernden Bodenerhebungen derart abgetragen sind, dafs sie für sekundäre Bodenbildung nur noch

---

[1] Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de St. Petersbourg. VIIe Serie. Tome XXIX. No. 1. — v. Middendorff, Einblick in das Ferghanathal. Petersburg 1881.

[2] Über die chemische Zusammensetzung des Tschernosems geben vornehmlich Auskunft: Paul Latschinow, Analyse russischer Schwarzerden. Zeitschrift für analytische Chemie. 1868. S. 211. — E. Reichardt, Chemische Untersuchung von Tschornosjom. Landw. Centralblatt. Heft IX. S. 521. — Prof. Dr. E. Schmidt, Die Schwarzerden des Gouvernements Ufa und Ssamara. Baltische Wochenschrift 1880 Nr. 25. 26; 1881 Nr. 10. 11. — Wollnys Forschungen u. s. w. 1889. Bd. XII S. 78—84. — Annales de la Science agronomique 1887. Tome II. S. 165—191.

[3] P. Kostytschew, Die Bodenarten der Schwarzerderegion in Rufsland, ihr Ursprung, ihre Bestandteile und ihre Eigenschaften. I. Teil: Bildung der Schwarzerde. St. Petersburg 1886. S. 1—230. — B. Dokutschejew, Die rufsische Schwarzerde, Tschernosem. St. Petersburg 1883. S. 1—376. — Lewaskowsky, Einige Beiträge zur Kenntnis der Schwarzerde, Tschernosem. Schriften der naturwissenschaftl. Gesellschaft in Charkow. Bd. XXI S. 1—30 (russisch).

sparsames Material liefern können und andrerseits die Stürme und Winde infolge der veränderten klimatischen Verhältnisse auf der nördlichen Halbkugel sich sowohl in ihrer Hauptrichtung geändert wie in ihrer Kraft nachgelassen haben.

Auch die Schwarzerden von Texas sind ursprünglich vermutlich gleichfalls unter Mitwirkung äolischer Ablagerungen hervorgegangen. Die Verwitterungsprodukte der Rocky-Mountains oder auch der mexikanischen Hochebene haben vielleicht sogar das thonige bodenerhöhende Material geliefert, und der Wüstenstrich, welcher die Schwarzerde von dem Hochlande und Gebirge trennt, läfst noch heute die einstige Entfaltung der äolischen Kräfte daselbst erkennen.

Durch besonders umfangreiche humose Bodengebilde ist schliefslich noch Südamerika ungefähr vom Wendekreis des Steinbocks bis zum 40° S. Br. ausgezeichnet. In den Pampas des La Plata-Gebietes und in den Campos des Hochlands von Brasilien besitzt Südamerika weite schwarzerdige Formationen, deren Humusreichtum in seinen ersten Anfängen in den meisten Fällen auch auf äolische Mitwirkung zurückgeführt werden mufs.

Ich will auf die Entstehung dieser mir zu einem kleinen Teile aus eigner Anschauung bekannten Bodengebilde hier ein wenig näher eingehen, weil sie einerseits der Entstehung des Regur- und Tschernosemgebietes ähnelt und andrerseits ein typisches Bild liefert für die Entstehung vieler Bodengebilde (zur Zeit augenscheinlich namentlich der Subtropen und der denselben angrenzenden Gebiete), deren Ursprung steppen- oder wüstenartigen Charakter trägt und die wir nach agrikulturellem Mafsstabe bald als unfertige bald als abgeschlossene d. h. kulturreife Bodengebilde ansprechen können.

Die humose, zuweilen anmoorige, im Mittel 0,6—1,5 m tiefe Oberkrume der Pampas- und Kampformation pflegt niemals direkt auf Urgestein zu lagern, sondern analog dem Regur und Tschernosem auf wenn auch nicht immer windlöfsartigen, so doch ungeschichteten lehmigen und sandigen Rot- und Gelberden, welche in den Gebirgen oft ganz aufserordentlich tiefe Lagerungen aufweisen. Diese liegen daselbst oft 29 Meter tief und darüber, und in der ganzen Laplata-Niederung bis an den Fufs der Cordilleren beträgt die Mächtigkeit dieses rötlichen und gelblichen Untergrundes im allgemeinen sehr gleichmäfsig[1] 10—15 Meter, zwar manchen Orts weit darüber. An

[1] Es ist dieses eine Angabe, die in Rücksicht auf so grofse Flächen Landes in dieser präcisen Form wenig glaubwürdig erscheint und wohl noch einer Korrektion bedarf.

der Westseite der Serra do Mar in dem Bundesstaate St. Catharina sah ich auch gelbliche und bläuliche Thone der Humusschicht unterlagert.

In den niedrig gelegenen Ebenen und flachen Thälern der Gebirgsländer und Höhenzüge, und ebenso in dem weiten, sanft gen Westen aufsteigenden argentinischen Flachlande, das nur vereinzelt von niedrigen Gebirgsstöcken durchsetzt wird, sind die der humosen Schicht untergelagerten eisenschüssigen Sande, Lehme und Thone zu einem Teil als unregelmäfsige und mehr oder minder gänzlich schichtenlose Zusammenschwemmungen nach heftigen Niederschlägen zu betrachten, fluviatile und diluviale Gebilde in der Wörter reinster Bedeutung. Mit ihnen hat jedoch anderenteils je nach den Terrainverhältnissen äolische Kraft in gröfserem oder geringerem Mafse — was nur in den speciellen Fällen und weniger generell zu entscheiden ist — an der Entstehung des Bodens mitgewirkt. Und zuletzt, als durch diese subaerischen Einflüsse die allmähliche Abtragung der Bodenerhebungen und Ausfüllung der Senkungen und Faltungen den entsprechenden Grad erlangt hatte, haben schliefslich lacu- und laguno-terrestre-Ablagerungen — welchen wir später noch einmal unsere Aufmerksamkeit zuwenden müssen — an der bodenbildenden Thätigkeit gleichfalls mit der Tendenz des Nivellierens Anteil genommen. Höher gelegen sowie auf den aus der Ebene herausragenden Kuppen bilden die Lehme und Sande das Verwitterungsprodukt an Ort und Stelle. Wo irgend aber auf den Bodenerhebungen die Bedingungen vorhanden waren, mufs zu Trockenzeiten die äolische Kraft mächtig an der Abtragung derselben gearbeitet haben. Hierfür spricht vornehmlich die Erscheinung, dafs zwischen der humosen Oberfläche und der lehmigen oft quarzreichen Roterde abgerundete Kiesel von Quarz, Achat und dergl. gleichsam leicht übergestreut daliegen. Zuweilen nehmen dieselben die Stärke einer dünnen Kies- und Geröllschicht an. Die Kiesel sind grobkörnig bis nahezu von der Dicke eines Dritteils der Faust. Sie stammen aus den mit Quarzgängen reichlich durchsetzten archäischen Urgesteinen und sind z. B. in und an der Serra do Mar als frisch ausgewitterte oder aus der Verwitterungsrinde ausgebröckelte eckige Quarzite in ihrer noch ungeglätteten Form häufig von mir angetroffen. Die abgerundeten Kiesel fand ich auf der West- wie Ostseite der Serra do Mar, also auch im brasilianischen Küstenland, häufig einer kuppenförmigen Lage folgend, eine Erscheinung, welche mir in der ersten Zeit ihrer Beobachtung und noch lange nachher bei dem Fehlen jeglicher Spur flüssiger Einwirkungen schier unerklärlich erschien, und erst später, als ich

mich über die Bildung der Hamada und Steinwüsten der asiatischen Hochebenen orientierte, verständlich wurde.

Auch im niederen, weit entfernten Laplata-Gebiete berichten d'Orbigny und Burmeister[1] von Rollsteinlagern, welche hie und da in der Nähe von Gebirgen dem roten Lehm aufgelagert seien. Das Gesteinsmaterial stamme aus primitivem, aber auch von metamorphischem Gestein. Die Steine seien von der Gröfse der Wallnüsse bis Taubeneier. Wo Gebirge fehlen, sei der Lehm rein und ohne fremde Beimischungen. Die abgerundete Form der Kiesel hat auch dort zu vielerlei Hypothesen Veranlassung gegeben. Mir will es scheinen, dafs auch hier äolische Abrasion dem verwitterten Urgestein die Staubpartikelchen entführt und die feinen Quarzkörnchen in Bewegung gesetzt hat, wodurch einesteils ähnlich wie in den Hamadas der Sahara und auch den Hochebenen Asiens eine Glättung der zerstreut umherliegenden Kiesel und andrerseits eine Anreicherung derselben auf der Oberfläche stattfinden mufste. Ohne diese Erklärung ist es kaum fafsbar, dafs die Kiesel in allgemein gleicher horizontaler oder kuppenfolgender Lage und nicht auch in tieferen Schichten — etwa bei Einweichung des Bodens einsinkend — und in unregelmäfsiger bald hoher bald tiefer Stellung zueinander angetroffen werden.

Ich möchte hier noch einschalten, dafs Santiago Roth in einem Aufsatze „Beobachtung über Entstehung und Alter der Pampas-Formation“[2], der sehr schätzenswertes Material enthält, Seite 431 als zweifellos betrachtet, „dafs während der ganzen Zeit der Entstehung der Pampasformation, oder besser gesagt des Löfses[3], sich eine Schicht Humuserde an der Oberfläche befunden haben mufs“. Dem ist aber doch wohl entgegenzuhalten, dafs Löfsbildungen oder solche, welche der Pampasformation ähnlich, noch heute unter entsprechenden klimatischen Verhältnissen in vegetationslosen Wüsten und Steppenländern ganz alltägliche und weit verbreitete Erscheinungen sind und es nur eines Blickes auf diese öden kahlen Regionen bedarf, um sofort zu erkennen, dafs ähnliche, vielleicht nur regenreichere Zustände bei der Entstehung der rötlichen oder gelben Pampasformation vermutlich vorgelegen haben. Auch daran braucht man nicht Anstofs zu nehmen, dafs in vegetationsarmen Gegenden jene Riesenleiber von Megatherium,

[1] Mitteilungen aus Justus Perthes geographischer Anstalt. Ergänzungsheft IX. 1875: Die südamerikanischen Republiken Argentinien, Chile, Paraguay, mit einem geographischen Kompendium vom Prof. Dr. Burmeister. S. 10 ff.

[2] Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft. Berlin 1888. Bd. XL S. 375—464.

[3] Vielleicht besser nicht gesagt! siehe weiter unten.

Mastodon, Glyptodon etc., deren Reste man im Pampaslehm ausgegraben, keine Existenzbedingungen hätten finden können. Besitzt doch auch die Wüsten- und Steppenfauna heute noch Repräsentanten starker und mächtiger Skelette genug! Man denke nur an Camelos dromedarius, Camelos bactrianus, Camelopardalis, Felis leo und Struthio camelus!

D'Orbigny bezeichnet die Unterlage der humusreichen Erdoberfläche in Südamerika als ein inniges Gemisch feinen Quarzsandes mit Thonerde und Eisenocker und gröfseren oder geringeren Anteilen von Kalk und benannte sie „Pampasformation". Die Bezeichnung trifft auch für das Hochland von Brasilien zu, jedoch mit dem Einwurf, dafs ich Kalkeinschlüsse nirgend in der Formation westlich der Serra do Mar ausfindig machen konnte. Nach Burmeister entspricht der eisenschüssige Lehm dem Diluviallehm Europas und soll mit ihm gleiches Alter haben. Dagegen ist jedoch mancher sehr berechtigte Einspruch erhoben, und es scheint mir, ganz abgesehen davon, dafs man mit unserem norddeutschen Diluvium gemeiniglich den Begriff einer Eiszeit verbindet — welche in der Pampas- und Kampformation wohl einmal angenommen wurde, in Wahrheit aber niemals geherrscht hat — auch insbesondre der Altersvergleich ein sehr gewagter zu sein.

Häufig reicht der Lehm bis auf den Gneis, Glimmerschiefer, Syenit, Granit, Diorit, Melaphyr, Porphyr, Diabas, Basalt und auch Sandstein, die je nach der Lokalität das Muttergestein bilden, welchem er seine Entstehung verdankt. Es sind aber in der argentinischen Niederung unter dem Lehm auch Thon-, Sand- und Kalkschichten mit marinen Versteinerungen angetroffen, welchen man tertiäres Alter (?) zuspricht. Unter diesem sogenannten Tertiär ist nirgend ein Aufschlufs vorhanden.

Dafs die eigentliche Pampasformation, der eisenschüssige Pampaslehm, weder eine marine Bildung noch eine reine Süsswafserformation darstellt, dafür sprechen vornehmlich die in ihm steckenden Gebeine der meist riesenmäfsigen Landtiere, welche als Mastodon, Megatherium, Mylodon, Glyptodon, Toxodon etc. bekannt und deren Reste namentlich in tiefer gelegenen Gegenden gefunden worden sind. Und ebenso läfst die Eigentümlichkeit, dafs die ganze Pampasformation überall in angeblich nahezu gleichmäfsiger Ablagerung (von 10—15 Meter Tiefe!) sowohl am La Plata-Busen wie am Fufse der Cordilleren in Mendoza (ca. 700 Meter über dem Meere) und in der inmitten der Niederung gelegenen Sierra do Cordoba bei Panilla (ca 800 Meter über dem Meere) und hinauf bis in St. Catharina und Parana, dem ca. 800 bis 900 Meter hoch gelegenen Hochlande Südbrasiliens, anzutreffen ist, den wohl berechtigten Schlufs zu, dafs man es in diesem ganzen Gebiete

mit einer rein subaerischen Bodenbildung, aus der Verwitterung von einst mächtigen Gebirgsstöcken hervorgegangen, zu thun hat, an deren Entstehung primäre wie sekundäre (Regen, Flüsse, Wind und Pflanzenvegetation) Bodenbildner Anteil nahmen. Nachdem die Atmosphärilien die Zersetzung der Gesteine eingeleitet, schwemmten mächtige Regenüberflutungen das verwitterte Material der Bodenerhebungen in die Ebenen, dabei den Vierfüfslern hie und da verderbenbringend und sie einbettend; in trockenen Zeiten trugen Stürme den Staub von den Höhen in die Niederungen[1].

Das hohe geologische Alter der Randgebirge Südbrasiliens wie auch der archäischen Gebilde inmitten Argentiniens, hat der Verwitterung und sekundären Bodenbildung ungeheuer lange Epochen dargeboten. Während eines grofsen Abschnittes derselben sind die klimatischen Verhältnisse derart gewesen, dafs ein Aufkommen der Vegetation sehr verlangsamt wurde und nur lokal beschränkt an den Flufsrinnen stattfinden konnte. Wir haben uns das ganze weite Gebiet in jenen ältesten Zeiten als eine unendliche grofse wüste Steppe vorzustellen, welche nur an den Flufsrinnen mit ihrem wechselnden Wassergehalt eine spärliche Vegetation bekleidete. Auch hat vielleicht ein hoher Salzgehalt in den oberen Schichten des Lehmes nur einer spärlichen Steppenflora die Existenzbedingung geboten, während für eine kräftige Gras- und Waldvegetation es zuvörderst der Entlaugung der Salze bedurfte, wie die Erscheinungen auf den Steppenböden der östlichen Mongolei zu lehren scheinen. Dort sind nach v. Richthofen die klimatischen Verhältnisse der Entwickelung einer Waldregion manchen Orts nicht ungünstig und nur der Salzgehalt der Steppen scheint dieselbe nicht aufkommen zu lassen[2].

Als indessen die Vegetation in den früher öden Steppen der Pampas- und Kampformation Fufs gefafst, begann in den feuchteren Niederungen die Bildung des schwarzen Bodens, während die Verwitterungsprodukte der Gebirge und Bergzüge fortfuhren auf äolischem Wege und in den Wässern der Niederschläge sich über die Grasvegetation zu verbreiten. Daher entstanden je nach vorhandenem und zugeführtem Material bald sandige, bald lehmige, bald thonige humusreiche Kampländereien, letztere (thonige) vornehmlich in den feuchten Einsenkungen, erstere (sandige, lehmige) auf den Kuppen und Bergen und besonders disponierten Hängen. Wo dann Wald Platz griff, hat schliefslich eine üppige

---

[1] A. Stelzner, Beiträge zur Geologie und Paläontologie der argentinischen Republik. Cassel-Berlin 1885. I. Geolog. Teil, XII. Die argentinische Löfsformation.

[2] China. Bd. I S. 92.

Vegetation besonders der jetzt reich vertretenen hochstämmigen Farnbäume in ihrem Absterben zur Humusanreicherung beigetragen, da die fasrigen Stämme aufserordentlich langsam und schwer einer Auflösung unterliegen. Vielleicht verdanken die anmoorigen Kampgründe gerade der noch heute in Südamerika besonders entwickelten Cyatheaceen-Flora ihre Entstehung.

Über die chemische Zusammensetzung der Kampböden vermag ich nur die Analysen dreier von mir selbst bis zu einer Tiefe von 22 cm aufgenommener Bodenproben aufzuführen. Dieselben stellen den Typus eines schweren, mittelschweren und leichten Kampbodens von ca. 0,8 Meter Mächtigkeit aus dem Hochlande von St. Catharina dar und haben folgendes Resultat[1]:

Mechanische Untersuchung auf lufttrockenen Boden bezüglich:

	I. Schwerer Kampboden. Tiefenlage	II. Mittelschwerer Kampboden. Höhenlage	III. Leichter Kampboden. Höhenlage
> 5 mm	0,0	0,75	0,36
5—3 mm	0,0	0,46	0,62
3—2 mm	0,04	0,08	0,48
2—1 mm	0,22	0,64	0,70
1—0,5 mm	1,44	1,84	3,28
< 0,5 mm	74,96	62,60	59,86
abschlämmbar	23,34	34,84	35,68
	100	100	100

Chemische Untersuchung auf Boden bei 125° Cels. getrocknet bezüglich:

	I. %	II. %	III. %
Trockensubstanz bei 125° Cels.	95,21	96,12	97,27
Organische Substanz und chemisch gebundenes Wasser	10,90	11,78	7,54
Gesammt N	0,34	0,27	0,23
löslich in kalter HCl bei 48stündig. Stehen und Digerieren:			
Fe_2O_3	2,268	2,570	2,120
Al_2O_3	2,230	1,850	0,810
CaO	0,082	0,062	0,101
MgO	0,066	0,096	0,060
P_2O_5	0,038	0,043	0,054
K_2O	0,029	0,062	0,045

[1] Ausgeführt von Dr. Schwab und Dr. Scheffler.

Der reiche Gehalt dieser Böden an organischer Substanz, Gesamt-Stickstoff wie auch Thonerde und Eisen könnte dieselben für sehr wertvolle Kulturböden gelten lassen, wenn sie nicht eine so aufserordentliche Armut an Kalk, Phosphorsäure und Kali aufwiesen. Bis jetzt sind die Kampländereien noch wenig der Kultur unterworfen, denn ihre Behandlung mit künstlichen Düngemitteln, durch welche, gerade wie auf unsern Moorböden, allein auf die Dauer Ernten zu erzielen sind, erweist sich noch nicht rentabel.

Es verdient hier noch hervorgehoben zu werden, dafs auch jene Bodenbildungen, welche unter Einflufs der Mangrove-Vegetation vor sich gehen und deren Entstehung oben erörtert ist, aufser bituminös thonigen auch humusreiche lehmige oder thonige Erdschichten bieten, die in fruchtbare Kulturböden umgewandelt werden können, wie Beispiele in Guyana bereits gezeigt haben.

Im übrigen darf ich wohl davon abstehen, hier alle jene mehr oder minder humusreichen und vereinzelt dastehenden Bodenarten der Tropen noch besonders zu besprechen, zu denen sich in der gemäfsigten Zone Analogieen der Entstehung und Zusammensetzung finden. Der Zweck dieser Arbeit ist ja nur, das hervorzuheben, was dem Landwirt der gemäfsigten Zonen weniger bekannt oder unbekannt sein dürfte.

Wir gehen daher zur Betrachtung der Salzböden über, welche auch in den ostafrikanischen Besitzungen angetroffen und an den grofsen Seen beständig in Bildung begriffen sind. Dieselben dürfen zwar kaum Anspruch darauf erheben, als Kulturböden Verwendung zu finden, da es nur eine verhältnismäfsig beschränkte Anzahl Kulturpflanzen giebt, welche, wie die Dattelpalme, einen mäfsigen Alkali-Gehalt des Bodens beanspruchen, und andrerseits eine Entlaugung jener Böden mit vielem Zeitaufwand verbunden ist, so dafs sie nur in sehr beschränktem Mafse und ausschliefslich auf kleineren Flächen, wie z. B. in der Sahara, vorgenommen werden kann. Dennoch besitzen Böden mit geringem Salzgehalt als Weideländer agrikulturelle Bedeutung und solche mit hohem Salzgehalt nur, wenn sie die Salze als salpetersaure enthalten. Zwar sind die Salpeterböden nicht gerade für die Kultur geeignet, aber sie liefern unter Umständen sehr wertvolles Material, welches entweder direkt als Düngemittel Verwendung finden kann oder doch leicht auf düngendes Salz zu verarbeiten ist.

Es sind zwei Arten der Bildung von Salzböden möglich, welche kurz als marine und terrestre bezeichnet werden können.

Marine Salzböden pflegt man dort anzutreffen, wo das Meer beim Zurücktreten einen salzdurchtränkten Untergrund oder salzige Ablagerungen zurückgelassen. Die Gewässer laugen dort den Boden

aus und führen die salzigen Massen in abflufslose Terrainsenkungen oder benachbarte Seen, die letzten Überbleibsel der marinen Bedeckung. In ersteren schichten sich die Salze in periodischen Ablagerungen auf und überziehen zur Trockenzeit den Boden mit einer mehr oder minder starken Salzkruste. Auch in Südeuropa gehen derartige Erscheinungen zur Zeit noch vor sich, und der seichte Elton-[1] und Bogdo-See auf der linken Seite der untern Wolga, sowie die Bakuntschats-Koje in der astrachanischen Steppe bilden noch heute thätige und interessante Beispiele nicht unerheblicher Ablagerungen von Salzen, welche aus dem benachbarten Terrain stammen. Sie würden ausgetrocknet eine flache Senkung mit kräftigen Salzschichten durchzogen darstellen und erinnern an die mehr oder minder mächtigen Salzablagerungen unter der norddeutschen Tiefebene, sowie die Salzeinschlüsse verschiedener Sedimente. In Ostafrika sind gerade diese Salzböden in der Nähe der grofsen Seen, deren Flächen sich alljährlich verringern und deren Salzgehalt dementsprechend alljährlich vermehrt wird, reichlich vertreten!

Hierbei mufs ich auch noch auf eine andre Art von marinen Salzböden aufmerksam machen, welche durch periodische Meeresüberflutung, durch heftige anhaltende Stürme verursacht, gebildet werden, während für gewöhnlich das Land trocken und vegetationslos daliegt. Lyell[2] führt hier als interessantes Beispiel den Run of Cutsh in Indien an.

Die terrestren Salzböden[3] sind solche, welche in abflufslosen Ebenen und Niederungen die durch die Verwitterung unter Einwirkung der Kohlensäure gelösten Salze der Mineralien, durch Regenwässer und die Macht der Winde zusammengeführt, den Boden inkrustierend enthalten. In den Steppen der löfsartigen Hochplateaus und in den Wüsten, welche keine Kommunikation mit dem Meere haben, in denen zeitweis Bäche entstehen und wieder versiegen, sind derartige Salzböden fast regelmäfsige Erscheinungen. Zumeist salzsaure aber auch kohlensaure, selten salpetersaure Kali-, Natron-, Kalk- und Magnesia-Salze verursachen in Lösung oft richtige Tümpel und zu Trockenzeiten Salzkrusten, welche den Boden überziehen. Bei der Jahrtausende währenden Wiederholung derselben Prozesse der subaerischen Anhäufung von Bodenpartikelchen bilden sich schliefslich weite beckenförmige Salzsteppen, von denen dann die Salzflora Besitz ergreift, die dem Weidevieh bald ein kärgliches, bald ein recht nahrhaftes Futter gewährt, für welch letzteres die Herden der Steppen-

[1] Credner, Elemente der Geologie. VI. Auflage. S. 319.

[2] Elements of Geology. S. 446 ff.

[3] v. Richthofen, China. Bd. I. Bildung und Umbildung der Salzsteppen Centralasiens.

bewohner einen Beweis liefern. Früher schrieb man die Entwickelung des Fettsteifses des Ovis steatopyga dem Salzgehalt der Steppenflora zu, doch haben Untersuchungen im landwirtschaftlichen Versuchstiergarten der Universität Halle gelehrt, dafs dieselbe bis zu der gleichen und noch gröfseren Schwere bei Fütterung mit der gewöhnlichen Nahrung unserer Schafherden ohne jede Salzverabreichung erzielt wird, und man darf daher wohl annehmen, dafs diese Gebilde, ebenso wie die Höcker der Dromedare, nur Ernährungsreservoire darstellen, welche der Steppen- und Wüsten-Anpassung entsprechen.

Diese Salzböden stellen den Grundcharakter der ganzen mittelasiatischen Niederung dar und wechseln in ihrem Salzgehalt je nach dem Gestein, welches in der Umgebung jedes einzelnen Beckens herrscht. Kalkstein, kalkige Sandsteine, kalkarme Kohlensandsteine, Quarzite, basaltische Tuffe und krystallinischer Schiefer bieten die abweichendsten Salzkombinationen. Salpetersaure Salze sollen daselbst nur sehr selten vorkommen; nach Johnston bedecken sie den Boden eines Beckens in der Nähe des oberen Karakasch [1].

Inwieweit die Salpeterablagerungen an der Westküste Südamerikas und speciell in der Wüste Atacama auf terrestre Bodenbildung zurückzuführen sein dürften, kann hier nicht näher erörtert werden [2].

Wo die salzgeschwängerten Löfsböden Centralasiens oder die salzigen Böden der Sahara noch auf den abflufslosen Bildungsstätten lagern, macht sie der Salzgehalt für die Kultur unbrauchbar, und nur Weidevieh vermag in beschränktem Mafse dieselben zu nutzen. Kann aber eine Auslaugung der Salze stattfinden, herbeigeführt durch Veränderungen der Oberflächen und Entstehen von Abflufsrinnen, welche sich durch den Rand der flachen Becken etwa rückwärts durchnagen, dann wird der Boden im Laufe der Zeit für die Produktion von Kulturpflanzen namentlich der Cerealien sehr geeignet und bietet in der Zukunft dank der eigenartigen Entstehung nach Gümbels Ausspruch mehr Reichtum als die Lagerstätten edler Metalle und selbst des Steinkohlenbergbaus.

Da der Kamp- und Pampas-Formation Südamerikas im Vorhergehenden eingehend Erwähnung gethan ist, sei hier noch darauf aufmerksam gemacht, dafs auch die argentinische Niederung in nicht unerheblicher Verbreitung Salzböden aufweist, deren Formation auf

---

[1] v. Richthofen, China. Bd. I S. 101.

[2] v. Richthofen, Führer für Forschungsreisende. S. 728. — Karl Ochsenius, Einige Angaben über die Natronsalpeterlager landeinwärts von Taltal in der chilenischen Provinz Atacama. Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft 1888. Bd. XL S. 153—165.

Grund der schichtenlosen Bodenbildung des ganzen Landes gleichfalls auf rein terrestre Entstehung hinweist. Die bedeutendste der Salzsteppen Argentiniens ist diejenige zwischen Cordoba, Santiago del Esterro, Catamarca und La Rioja[1], welche einen Flächenraum von 90 Quadratmeilen einnimmt. Es ist möglich, daſs hier ehemals ein groſser Binnensee, ähnlich den groſsen Seen Ostafrikas, die Niederung ausfüllte, bis sich der See allmählich durch Verdunstung in eine flache öde Steppe verwandelte. Ein Abfluſs nach dem Meere zu bildete sich nicht, infolgedessen koncentrierten sich die Salze der umliegenden Territorien in dieser Senkung.

Kein Fluſs der westlichen Seite des argentinischen Landes zwischen dem 25. und 35.° S. Br. erreicht den Ocean; alle, die zwischen dieser weiten über 150 Meilen langen Strecke von den Cordilleren herabkommen, versiegen im Boden oder verdunsten und lassen die von ihren Gewässern aufgelösten Substanzen da zurück, wo ihr Lauf endet. Eine Salzkruste ist das Resultat dieses Prozesses. Es haben sich dort gröſstenteils schwefelsaure Salze, namentlich Gips und Glaubersalz mit gröſseren oder geringeren Anteilen von Chlorverbindungen angesammelt. Ihre Anwesenheit läſst an diesen Stellen kaum eine Vegetation aufkommen, nur einer eigentümlichen niedrigen Salzpflanze, der Salicornia verwandt, sagt der Boden zu; an fruchtbarem Weideland ist zur Zeit auf dieser ganzen nordwestlichen Seite Argentiniens Mangel.

Im Südwesten des Landes sind die Verhältnisse die gleichen[2]. Sterile Pampas aus harten lehmigen Sandböden, welche nur dürre Leguminosen und mannigfaltige riesengroſse Kaktusarten gedeihen lassen, einzelne Strecken mit grauem Sande kennzeichnen diese Distrikte. Groſse Flächen sind im Sommer mit einer starken, oft 20 cm hohen Schicht ausgewitterten (?) Salzes bedeckt. Über die ganze Pampa zerstreut giebt es zahlreiche Süſs- und Salzwasserlagunen, welche während der heiſsen Jahreszeit zum gröſsten Teile austrocknen. Die weitaus gröſste dieser Lagunen des Südwestens ist der Urre Larquen oder Laguna Curraco, das Mündungsgebiet der durch den Rio Atuel und Rio Salado (Chadi Leuvu) nebst ihren Nebenflüssen fortgeführten Niederschläge. Er bildet in der Regenzeit einen ungeheuren See, während er in der Trockenzeit zu einem groſsen Salzsumpfe zusammenschrumpft. Die Gewässer des Rio Salado sind infolge des starken

---

[1] Burmeister, Die südamerikanischen Republiken Argentinien, Chile, Paraguay u. s. w. Petermanns Ergänzungsmitteilungen. Nr. 39. 1875. S. 9 ff.

[2] H. Wichmann, Die Pampas des südlichen Argentinien. Petermanns Mitteilungen 1881. Bd. XXVII S. 102 ff.

Salzgehaltes des unteren Laufes im Sommer selbst für Pferde ungenießbar. Fast überall sind seine Ufer kahl und wegen ihrer Flachheit unkenntlich, nur an einigen Stellen finden sie sich mit Weidengebüsch bewachsen.

Die Salzsteppen, welche während der Regenperiode große Salzlagunen bilden, sind gänzlich pflanzenarm; die Sandstrecken sind nur stellenweise mit Grasbüscheln bestanden, welche in der Regenzeit ein dürftiges Viehfutter abgeben. Nur in der Umgegend der beständigen Süßwasserlöcher gedeihen gute Grasarten, darunter das zarte Pampasgras (Gynerium argenteum). Dort pflegen sich dann auch die lichten Algarraben-Waldungen (Prosopis dulcis) auszubreiten, welche mit ausgedehnten Grasflächen wechselnd großen Rinderherden Nahrung liefern können.

Man hat nun bereits mit Erfolg wenn auch nicht in Argentinien, so doch in der Sahara und in den Steppenländern des asiatischen Hochlandes durch Bewässerungsanlagen, welche mit gleichzeitiger Abflußeinrichtung versehen, versucht, salzreichen Steppen ihren Salzgehalt zu nehmen und sie zu fruchtbarem Kulturboden umzuwandeln. Diese Anlagen wurden mit um so größerem Erfolge gekrönt, wenn es möglich war, die salzigen Abflüsse in Gewässer zu leiten, welche flußabwärts zur Bewässerung alkaliarmer Böden Verwendung finden konnten. Man ersieht hieraus, worauf ja schon im ersten Kapitel ausführlich hingewiesen wurde, in wie außerordentlich hohem Grade die Intelligenz und Arbeit des Menschen an der direkten Schöpfung von Kulturböden beteiligt ist.

Hiermit die Betrachtungen der tropischen Bodenarten abschließend, möchte ich nicht versäumen, noch ganz besonders darauf zu verweisen, daß, wenn unter denselben Verwitterungsböden jungpaläozoischer bis inkl. tertiärer Formation kaum eine Besprechung erfahren haben, dieses darauf zurückzuführen ist, daß dieselben in der tropischen Zone auch bei weitem nicht verhältnismäßig in der Ausdehnung vertreten sind wie z. B. in Europa und speciell in Deutschland. Man muß sich daran gewöhnen, die Böden der Tropenländer in der Hauptsache als Verwitterungsböden älterer Formationen und daneben vulkanischen Gesteins zu betrachten, die in den wenigsten Fällen marinen, sondern, wenn überhaupt, gemeiniglich nur terrestren Umbildungen zugänglich geworden sind.

So wie man nun landwirtschaftlich in der gemäßigten Zone den Kulturboden nach seinem Muttergestein klassifiziert, welches einen Anhalt über seinen Nährstoffreichtum und seine physikalische Beschaffenheit gewährt, so muß man, um über den Kulturwert eines tropischen

Bodens unterrichtet zu werden, aufser dem Muttergestein das mutmafsliche Alter der Verwitterungsrinde und die Art der terrestren Umbildung berücksichtigen, weil dadurch ein Anhalt über die Entführung der Mineralien und den Feinheitsgrad des Bodens, und somit über die Produktionsfähigkeit gegeben wird, soweit diese im Boden selbst zu suchen ist. Dieser Gesichtspunkt dürfte wohl in der Bodenlehre tropischer Agrikultur für eine eingehendere Klassifizierung ein sehr beachtenswerter sein. Es empfiehlt sich daher, bei der Klassifizierung folgende Unterscheidungen abgesehen von dem Muttergestein der Erde im Auge zu haben:

A. Terrestrisch entstandene Böden.

I. in Rücksicht auf die Entstehung des Bodens:
  1. Verwitterungsböden in situ d. i. an Ort und Stelle (primäre),
    a. langjährig subaerischen Gewalten ausgesetzt,
    b. weniger langjährig - - -
  2. Umgelagerte Verwitterungsböden (sekundäre) von
    a. fluviativ - terrestrer Bildung,
    b. imbro - terrestrer -
    c. vento - oder äolo - terrestrer Bildung,
    d. laguno - oder lacu - terrestrer Bildung,
    e. kombiniert - terrestrer -

II. in Rücksicht auf die Beschaffenheit des Bodengesteins:
  1. Gesteinsboden oder Geröllboden.
  2. Sandboden.
  3. Lehmboden.
  4. Thonboden.

III. in Rücksicht auf eine charakteristische Beschaffenheit der Erde:
  1. Laterit - Erde (mit Eisenkonkretionen).
  2. Rot - Erde (ohne Eisenkonkretionen).
  3. Gelb - Erde (ohne Eisenkonkretionen).
  4. Eisenfreie Fahlerde.
  5. Humose Erde.
  6. Schwarzerde.
  7. Salzerde.

B. Marin entstandene Böden.

I. Mangrove - Böden.

II. Marine Salzböden.

In Rücksicht auf diese Einteilung wollen wir im zweiten Teil versuchen, den geologischen Oberbau der deutschen kolonialen Besitzungen in Afrika, soweit er für die Agrikultur Berücksichtigung verdient, zu betrachten.

Bevor ich indessen diesen Abschnitt schliefse, sind hier noch einige Erörterungen am Platze, welche allgemein bekannte und doch meist unverständliche und unpräcise Ausdrucksweisen der landwirtschaftlichen Pedologie betreffen, über welche eine Aussprache erforderlich.

Das nackte Wort „Lehm" oder „Lehmboden" ist eine der unbeholfensten Ausdrucksweisen in der ganzen landwirtschaftlichen Bodenlehre. Von den Definitionen, welche über dasselbe gegeben worden, ist noch diejenige die beste, welche Lehm als einen durch feinsten Quarzsand, Glimmerblättchen und Eisenoxyd verunreinigten Thon bezeichnet, obgleich das Wort „verunreinigt" leicht zu falschen geologischen oder petrographischen Vorstellungen Veranlassung geben kann.

Seiner Zusammensetzung nach wird der Lehm in neueren Lehrbüchern der Landwirtschaft als ein Gemenge von 20—50 % Thon- und 50—80 % Kieselerde charakterisiert; das sind Grenzziffern aufserordentlicher Ausdehnung! Geologen pflegen unter Lehm auch wohl ausschliefslich reinste und feinste Kieselerden, also ein verfeinertes kleinstes rein sandiges Material zu verstehen. Diese Definition hat den Vorzug sehr klarer Fassung, indessen den Nachteil, dafs ein derartiges Gestein kaum in der Natur oder doch nur sehr selten rein anzutreffen ist. Darnach wäre alsdann das, was in der Landwirtschaft zur Zeit als „Lehm" bezeichnet wird, ein Gemenge von vornehmlich „Lehm" und Thonerde und für dieses Gemisch müfste ein neuer Terminus gefunden werden.

Ich werde in dem Folgenden die bis jetzt übliche Erklärung des Lehms, wie ich sie vorhin aus landwirtschaftlichen Lehrbüchern angeführt habe, beibehalten.

Der praktische Landwirt pflegt bei der Bezeichnung eines Lehmbodens gemeiniglich die günstige physikalische Beschaffenheit desselben für die Bearbeitung sowie auch eine leidliche oder vorzügliche Bonität, das heifst eine der Produktion mehr oder minder günstige Ackererde ins Auge zu fassen. Wissenschaftlich ist natürlich mit derartig allgemeinen und für eine oberflächliche Verständigung sogar kaum mehr ausreichenden Begriffen, selbst wenn auch noch etwa „humusreich" oder „humusarm" hinzugesetzt wird, nicht mehr zu rechnen, und man steht daher der praktischen Bezeichnung eines Lehmbodens ohne weiteren Zusatz geradezu hülflos gegenüber.

Was zunächst erforderlich, um diesen Umstand zu beseitigen, ist

eine Aufklärung in geologischer Beziehung. Verwitterungslehm, Gehängelehm, Tertiärlehm, Geschiebelehm (Blocklehm, Diluviallehm), Alluviallehm, Eluviallehm und Löfslehm, diese Bezeichnungen vermögen schon ein wenig mehr den Schleier zu lüften, wenngleich sie auch über die geognostischen Eigenschaften, sowie über den petrographischen Charakter wenig besagen.

Der Verwitterungs- und Gehängelehm kennzeichnet sich wenigstens als direktes Verwitterungsprodukt in primärer Lagerung, während der „Tertiär-, Geschiebe- etc. Lehm“ ein sekundäres umgelagertes Gestein darstellt und demnach in Bezug auf die petrographische Natur und Struktur auf mannigfaltige Verschiedenheiten schliefsen läfst.

Verschiedenartig ist in dieser Beziehung freilich auch der primäre Verwitterungs- und Gehängelehm und zwar je nach dem Charakter des Muttergesteins, aus welchem er hervorgegangen, und nach der Länge der Dauer der Verwitterungsprozesse, wie ihrer Intensität — bei den Verwitterungsböden der Tropenländer habe ich hierauf besonders aufmerksam gemacht —, und daher besagt der einfache Ausdruck „primärer Lehm“ noch durchaus sehr wenig über die physikalische wie chemische Beschaffenheit der aus ihm hervorgegangenen Ackererden. Es giebt bindige und lockere Verwitterungslehme, solche die an Kalk, Magnesia, Phosphorsäure, Kali und Eisen reich sind, und andre, welche arm an diesen Stoffen, was auch der Landwirt wohl zu unterscheiden nötig hat. Aber alle diese Unterschiede sind sehr einfacher Natur und lassen sich auch gemeiniglich sehr bald klar stellen.

Bei den sekundären Lehmen ist dieses jedoch keineswegs der Fall. Zwar ist ihre physikalische Beschaffenheit, wenn auch wohl recht mannigfaltiger Natur, so doch leicht zu beurteilen; recht schwierig kann es jedoch sein, die chemische Zusammensetzung dieser Lehmböden zu erkennen, über die bei Unkenntnis des Muttergesteins ausschliefslich eine chemische Analyse Auskunft geben mufs. Tertiäre Lehme, Geschiebelehme, Blocklehme, diluviale, alluviale, eluviale und Löfslehme sind einerseits aus den verschiedensten Gesteinsarten rein hervorgegangen, andererseits und zwar zumeist ein mannigfaltiges Gemisch einer grofsen Menge verschiedener jüngerer und älterer wie ältester Gesteinsverwitterungsprodukte, so dafs selbst die sorgfältigste mikroskopische Untersuchung in den wenigsten Fällen über den Ursprung derselben und die vegetative Produktionsfähigkeit des Lehmes aufklären kann.

Um nur ein Beispiel anzuführen, so setzt sich der Lehm des Werrathales aus den Verwitterungsprodukten der mannigfaltigsten Gesteine zusammen. Archäisches Urgestein, Basalt, Zechstein, Buntsandstein, Muschelkalk etc. haben das Material geliefert, und ähnliche,

wenn auch durch die vollständige Entwickelung und Vertretung des Mesozoischen nicht dieselben pedologischen Verhältnisse bietet das Leinethal bis zu seinem Eintritt ins Flachland. Nun ist es aber doch klar, dafs ein Lehmboden, der ausschliefslich z. B. aus der Verwitterung von Buntsandstein und Röt- oder aus derjenigen von Keuper oder Muschelkalk oder Jura oder Kreide hervorgegangen ist, einen ganz andern Nährstoffgehalt bezw. eine andere vegetative Produktionsfähigkeit besitzt als ein solcher, der eine Mischung der verschiedenartigsten Verwitterungsmaterialien bietet und dementsprechend der Pflanzenkultur keine einseitigen Nährstoffverhältnisse zur Verfügung stellt. Auf diesen Umstand ist ja auch die an manchen Orten besonders hohe Fruchtbarkeit des Diluviallehms der norddeutschen Tiefebene zurückzuführen, an dessen Zusammensetzung die Zertrümmerungsprodukte nordischer Silurkalke wie insbesondere der mesozoischen Gesteine, welche heute noch inselartig in derselben als rudimentäre Gebilde hervorragen, teilnehmen. Man findet daher gerade in diesem norddeutschen Diluviallehm häufig einen verhältnismäfsig hohen Kalkgehalt, durch welchen die Produktionsfähigkeit desselben besonders gesteigert wird. Aber derselbe ist durchaus nicht überall vorhanden! Es giebt auch sehr kalkarme diluviale Lehmböden, und zumal in den oberen Schichten derselben beträgt der Gehalt an Kalciumoxyd oft kaum 0,5 %. Aus dem Gesagten dürfte aber wohl schon zur Genüge hervorgehen, wie wenig mit dem knappen und einfachen Ausdruck eines „Lehmbodens“ für die Beurteilung eines Landes anzufangen ist, und dafs es durchaus erforderlich, nach den oben angedeuteten Seiten hin für denselben ergänzende Erklärungen zu geben, aus denen der Kulturwert des Bodens ersichtlich wird.

Dieses ist auch eine Forderung, welche von Forschungsreisenden mehr denn bisher berücksichtigt werden sollte, sofern sie ein Urteil über die Fruchtbarkeit oder über den geologischen Aufbau eines Landes aussprechen.

Es könnte vielleicht den Anschein haben, als ob die obigen Erörterungen über den Rahmen der Arbeit hinausgehen und gesuchter Natur sind; das ist jedoch durchaus nicht der Fall! Sie haben aufser dem Versuch, an der Klärung der wissenschaftlichen Begriffe beizutragen und für zukünftige Forschungen anzuregen, vornehmlich den Zweck, darzuthun, in welcher Weise es im zweiten Teile dieser Arbeit, welchem die Berichte der Forschungsreisenden vornehmlich zu Grunde liegen, gestattet ist, aus den Angaben mehr oder weniger beachtenswerte Schlüsse zu ziehen, und andrerseits auch darzuthun, in welcher Weise dieselben vielleicht auszulegen oder vielleicht umzudeuten sind, um sie zu brauchbarem Material der Beurteilung des agrikulturellen Wertes

unserer afrikanischen Kolonieen zu machen. Ich werde daher wohl noch des öftern später Gelegenheit nehmen müssen, auf diese Ausführungen zu verweisen, und habe aufserdem hier noch die Aufgabe, diesen Gegenstand durch die Besprechung einer andern Gesteins- bezw. Bodenart zu vervollständigen, die gleichfalls noch einer kurzen Klarstellung bedarf.

Dieselbe betrifft den Löfs.

In den Lehrbüchern der Geologie herrscht über diesen Begriff noch mannigfache Unklarheit, zum wenigsten Mangel an Präcision. Nach den einen ist der Löfs ausschliefslich durch äolische Kräfte entstanden, wofür v. Richthofen die trefflichsten Belege aufführt, nach anderen wird die Entstehung der Löfsablagerungen im Gebiete vieler Flufsthäler — so auch des Rheines — in Niederungen und Hügelländern als Absatz der Flufstrübe von gestauten, ihre Ufer überflutenden Strömen der Quartärzeit (!) bezeichnet. Was die letzteren Ablagerungen in Bezug auf ihre Struktur mit dem äolisch entstandenen Löfs gemein haben, sind die unregelmäfsige, nicht erkennbare Schichtung und häufig auch wohl die röhrenförmigen Abdrücke der Wurzeln, ferner die Anwesenheit von sogenannten Löfsmännchen und schliefslich die gröfsere oder geringere Feinheit des abgelagerten Materials, alles specifische Eigenschaften des äolisch in mächtiger Tiefe — bis 700 Meter — und Verbreitung ganz besonders in China abgelagerten Löfses. Es unterscheiden sich jedoch die letzteren Ablagerungen von den ersteren durch die grundverschiedene Art der Entstehung, und sofern man diese nicht übersehen und auch in der Bezeichnung bezw. Wahl des Wortes zum Ausdruck bringen will — was nicht ohne Wichtigkeit ist —, darf man sich nicht damit begnügen, Löfs ausschliefslich nach seiner petrographischen Seite hin zu betrachten, sondern hat ihn vielmehr geologisch zu scheiden in Löfs, welcher sich unter Wind, und in Löfs, welcher sich unter Wasser gebildet hat. Darnach müssen derartige Fragen, ob der Flufslöfs als Löfs anzusprechen sei oder nicht, ob Löfs auch auf wässerigem Wege entstehen könne, als falsch gestellt erscheinen, denn alles ungeschichtete sandige oder lehmige Gestein mit jenen Merkmalen, Wurzelröhrchen, Mergelknauern etc. ist eben Löfs, sobald der Sprachgebrauch der Geologen sich hierüber geeinigt hat. Man hat dann einfach Wind- und Wasser-Löfs zu trennen!

Berücksichtigt man dieses, dann wird man auch zugeben müssen, dafs Ausdrücke wie lehmartiger Löfs oder löfsartiger Lehm wenig glücklich gewählte Bezeichnungen sind, um sich petrographisch oder pedologisch über ein Gestein oder eine Ackererde verständlich zu machen.

Bei der Besprechung der Pampasformation wies ich darauf hin,

in welch mannigfaltiger Weise daselbst in vegetationsarmen Epochen subaerisch — ein Wort, welches zuweilen gar noch mit äolisch verwechselt wird — die Bodenbildungen vor sich gegangen sind. daſs äolo-terrestre Bildungen getrennt oder abwechselnd mit imbro-, fluvio-, laku- und laguno-terrestren häufig in- und durcheinander anzutreffen sind, und ein Blick in die kahlen Hochplateaus Asiens oder die flachen Wüsten Afrikas wird diese Erscheinung daselbst ebenfalls bestätigen können. Man wird in solchen Fällen fast überall nach geeinigtem Sprachgebrauch von Löſsbildungen reden können, weil das meiste Material sich schichtenlos abgelagert hat und auch jene andern petrographischen Merkmale des Löſses anzutreffen sind, aber man darf dabei nicht übersehen, daſs hier zu dem Wind- und Wasserlöſs auch noch Kombinationen von beiden, welche ineinander greifen, entstanden sind. Wenngleich nun von Richthofen in seinen Reisewerken nicht immer auf solche Gebilde scharf hingewiesen hat, so geht doch aus all seinen Beschreibungen der Löſs- und Steppenbildung in China und Hochasien hervor, daſs diese häufig eine Rolle beim Aufbau des Gesteins spielen.

Landwirtschaftlich ist es nicht vollständig gleichgültig, zu wissen, welchen Ursprungs eine Löſsablagerung ist, denn äolische Löſsablagerungen pflegen, zumal wenn sie weite Wege zurückgelegt haben, das Material in den denkbar feinsten Partikelchen darzubieten und haben auſserdem noch den Vorzug vor selbst dem feinsten Wasserlöſs, daſs diese Partikelchen vor ihrem Niederschlag keiner Auslaugung durch Wasser ausgesetzt waren, sondern die sämtlichen Nährstoff haltigen Mineralien des Muttergesteins ungeschmälert darbieten, sofern nicht auf dem oft langen Wege eine Trennung nach dem specifischen Gewichte eingetreten. Es lieſsen sich auch noch andere Gesichtspunkte geltend machen, nach denen es für die Agrikultur von hohem Werte ist, die Entstehung und den Ursprung einer Löſsablagerung richtig zu erkennen, doch will ich davon absehen, hierauf näher einzugehen.

Es sei hierbei jedoch darauf noch einmal aufmerksam gemacht, wie auſserordentlich schwer es ist, aus Reisebeschreibungen von Forschungsreisenden, welche gerade nicht speciell geologische Studien gemacht haben, eine richtige Anschauung über die Bodennatur von Länderstrecken und von ihrem Kulturwert zu gewinnen. Die allgemeinen, oft seitenlangen Mitteilungen, welche der Reisende glaubt bieten zu müssen, sind häufig für den Landwirt wie Bergmann praktisch ebenso wertlos, wie sie für den Geologen vom Fach oft ganz unverständlich bleiben. Nur selten gelingt es, aus ihnen einen kleinen greifbaren Kern herauszuschälen, häufiger geben sie jedoch zu irrigen

Vorstellungen Veranlassung, die zu beseitigen, wenn sie sich eingebürgert haben, später oft recht schwer hält.

c. Über die physikalische Beschaffenheit tropischer Böden.

Die physikalischen Eigenschaften des Bodens: Wärme, Feuchtigkeit und mürbige Bindigkeit, namentlich die beiden ersteren Faktoren, sind in den Tropen wesentlich anderer Natur als in dem gemäfsigten Klima.

In Bezug auf die Wärme des Bodens will ich zunächst bemerken, dafs Temperaturen im Boden (bis zu ein Meter Tiefe) unter 10° Celsius in den Tropen zwischen den Wendekreisen nie, selbst nicht in den obersten Schichten der Erdkrume vorkommen, und selbst solche von nur 15° Celsius in den eigentlichen Tropenländern auch zu den Seltenheiten gerechnet werden müssen. — Im landwirtschaftlichen Institutsgarten der Universität Halle wurden während der Vegetationszeit vom 23. April bis ultimo August, welche hier nur in Frage kommen kann, 1886 und 1887 folgende Temperaturen des Bodens im Mittel pro Tag ermittelt:

	Auf der Erde. °Cels. (sandiger Lehmboden) (Brachland)						In der Erde. °Cels. Tiefe (ermittelt 1/2 9 Uhr morgens)					
	1/2 9 Uhr morgens		Maximum		Minimum		1/4 m		1/2 m		1 m	
	1886	1887	1886	1887	1886	1887	1886	1887	1886	1887	1886	1887
April	13,5	14.9	25,0	28,9	0.9	4,9	11,7	9,6	11,2	9,0	9,0	7,1
Mai	18,4	13,7	26,9	24,1	5,9	6,1	13,9	11,2	13,5	11,3	11,1	10,2
Juni	21,3	22,3	32,1	35,6	10.4	9.9	16,6	17,1	16,6	16,5	14,8	13,7
Juli	22,4	23,8	35,4	38,6	12,0	13.0	17,6	19,3	17,7	18,7	15,5	16,1
August	22,2	20,3[1]	38,2	35,3[1]	12,5	10,0[1]	18,5	18,3[1]	18,4	18,7[1]	16.4	17,1[1]

Es ergiebt sich hieraus eine Temperatur von etwa im Mittel dieser eigentlichen Vegetationszeit der Cerealien:

Oberfläche . . . 20,0° Cels. (Max. = 33°, Min. = 9,5°)
1/4 Meter Tiefe . 15,5 -
1/2 - - . 15,3 -
1 - - . 13,1 -

Die Zahlen würden noch ein wenig steigen, würde der Monat September mit in die Rechnung hineingezogen werden[2].

[1] Nur bis zum 20. August ermittelt.
[2] Vgl. J. Kühn, Berichte u. s. w. Heft VIII. S. 168.

Marek führt als in verschiedenen Bodentiefen gemessene mittlere Jahrestemperatur, ermittelt in oder in der Nähe von Königsberg auf[1] (umgerechnet in ° Celsius)

1886 Tiefe	morgens (6 Uhr)	mittags (1 Uhr)	im Mittel der Beobachtungen
5 cm	6,9° Cels.	11,9° Cels.	9,4° Cels.
10 -	6,8 -	10,5 -	8,7 -
20 -	8,0 -	9,2 -	8,6 -
30 -	8,1 -	8,5 -	8,3 -
40 -	8,5 -	8,7 -	8,6 -
50 -	8,7 -	8,8 -	8,7 -
60 -	8,2 -	8,4 -	8,3 -
80 -	8,5 -	8,6 -	8,5 -

Und für die Sommermonate vom 1. April bis ultimo September ist daselbst pro 1886 ermittelt:

1886 in Tiefe von cm	morgens (6 Uhr)	mittags (1 Uhr)	im Mittel der Beobachtungen
5	12,0° Cels.	20,5° Cels.	16,2° Cels.
10	12,6 -	19,1 -	16,8 -
20	13,7 -	15,7 -	14,7 -
30	13,8 -	14,2 -	14,0 -
40	14,2 -	14,6 -	14,4 -
50	14,6 -	14,9 -	14,7 -
60	13,5 -	13,4 -	13,4 -
70	13,4 -	13,5 -	13,4 -
80	13,1 -	13,4 -	13,2 -
100	12,7 -	13,0 -	12,8 -

Im Jahre 1887 wurde ermittelt pro Jahr

in Tiefe von cm	morgens (6 Uhr)	mittags (1 Uhr)	im Mittel der Beobachtungen
5	6,5° Cels.	11,5° Cels.	9,0° Cels.
10	6,6 -	10,0 -	8,3 -
20	7,5 -	8,7 -	8,1 -
30	8,0 -	8,1 -	8,1 -
40	8,1 -	8,2 -	8,1 -
50	8,2 -	8,4 -	8,3 -
60	7,6 -	7,6 -	7,6 -
70	7,4 -	7,6 -	7,5 -
80	8,5 -	8,7 -	8,6 -
100	8,7 -	9,0 -	8,9 -

[1] Marek, Über den relativen Düngewert der Phosphate. Dresden 1889. S. 10—14 und S. 81. 86. 87.

und für die Sommermonate vom 1. April bis ultimo September

in Tiefe von cm	morgens (6 Uhr)	mittags (1 Uhr)	im Mittel der Beobachtungen
5	11,7° Cels.	20,6° Cels.	16,1° Cels.
10	12,1 -	18,1 -	15,1 -
20	13,4 -	15,4 -	14,4 -
30	14,0 -	14,1 -	14,0 -
40	13,9 -	14,1 -	14,0 -
50	14,0 -	14,1 -	14,0 -
60	12,9 -	12,5 -	12,7 -
70	12,7 -	13,2 -	12,9 -
80	12,7 -	13,0 -	12,8 -
100	12,5 -	12,7 -	12,6 -

Man darf demnach wohl auf Grund dieser Beobachtungen in Halle und Königsberg für Mittel- und Norddeutschland während der Sommermonate April bis inkl. September folgende Temperaturen als im Mittel den natürlichen Verhältnissen entsprechend annehmen:

Oberfläche etwa .	18—20° Cels.
5 cm Tiefe . . .	16,0—18,0 -
1/4 m - . . .	14,5—15,5 -
1/2 - - . . .	14,0—15,0 -
1 - - . . .	12,5—13,0 -

Es lassen sich diesen Berechnungen leider derart exakte Beobachtungen, entnommen aus den Tropenländern, nicht gegenüberstellen, aber man kann sich vereinzelt die Bodentemperaturen im Mittel konstruieren, wenn man berücksichtigt, dafs die Erdtemperatur daselbst in ca. 1, 2 Meter Tiefe nahezu identisch ist mit der mittleren Jahres-Temperatur des betreffenden Ortes. Da letztere in den Tropenländern innerhalb der Wendekreise nun zwischen 20 und 28° Cels. zu liegen pflegt, so ergiebt sich eine gleiche Temperatur in jener Erdtiefe. Ermittelungen, welche in der Erdtiefe von 1,20 Meter angestellt worden sind und annährend die Temperatur des Bodens während der Wachstumsperiode der Baumwollstauden in zumeist subtropischen Gebieten zeigen, haben folgende Resultate ergeben[1]:

Nildelta (31° N. Br.) bewässerter Boden . .	20—22° Cels.
Oran, Algier (36° N. Br.)	16—18 -
Florida (ca. 27° N. Br.) (auf Meeresgleiche) .	18—20,5 -
Alabama (32° N. Br.)	18—19,5 -
New-Orleans (30° N. Br.)	22 -

[1] Semler. Tropische Agrikultur. Bd. III S. 539.

Texas (29° N. Br.) (15 m über Meeresspieg.)	26–27° Cels.
Charleston (33° N. Br.) (auf Meeresgleiche) .	20 -
Mobile (29° N. Br.) (trockener Boden) . .	22 -
Demerara (5° N. Br.) (entwässerter Boden)	26 -

Für die Oberfläche des Bodens hatte ich früher ein Maximum der Insolationswärme von 84,6° Cels. aufgeführt, im Mittel des Jahres wird dieselbe in den Tropenländern indessen auf unbeschattetem Boden wohl kaum 35—45° übersteigen, so dafs die mittleren Jahrestemperaturen innerhalb der Erdoberfläche und 1 Meter Tiefe sich auf etwa 35—20° Celsius in den Tropenländern berechnen lassen. Die Höhe dieser Ziffern stimmt auch annährend zu jenen Ermittlungen Maclays und Soyaux' an der Maclayschen Küste und auf der Ssibange-Farm bei Gabun, welche ich früher, Seite 74 bis 76, aufführte. Aus ihnen ergab sich, dafs in 1 Meter Tiefe eine die mittlere jährliche Lufttemperatur (26,2 bez. 24,4° Cels.) noch um einen oder mehrere Grad übertreffende Bodentemperatur während des ganzen Jahres vorlag.

Es beziffern sich demnach die Bodentemperaturen der Tropenzone um ca. 20° resp. mindestens 10° im Mittel des Jahres höher als die Erdtemperaturen bei uns in den sechs Sommermonaten und um ca. 25° resp. mindestens 15° Cels. im Mittel des Jahres höher als die mittleren Erdtemperaturen während des ganzen Jahres in Mittel- und Norddeutschland. Das sind Temperaturdifferenzen, welche dem Wurzelsystem der Pflanzen wohl fühlbar werden. Dabei haben die Wurzelsysteme der Kulturpflanzen der tropischen Landwirtschaft niemals mit derartig nachteiligen Temperaturschwankungen zu kämpfen, wie sie im gemäfsigten Klima häufig auch in den Sommermonaten vornehmlich in den beiden ersten und auch noch im Juni vorliegen, wo wiederholt Nachtfröste die Erdtemperatur erheblich erniedrigen. Von den Gefahren, welchen die heimischen Kulturpflanzen während der Frost- und Schneemonate ausgesetzt sind, vom Hochfrieren des Bodens und plötzlichem Auftauen der zarten Zellgebilde zu Beginn des Frühlings will ich gar nicht reden.

Es ist nun im tropischen Boden noch besonders zu berücksichtigen, dafs die Durchwärmung desselben eine gemeiniglich aufserordentlich tiefgehende ist, weil Grundwässer dort seltener anzutreffen sind als in der gemäfsigten Zone, teils wegen der geologischen Beschaffenheit der unteren Bodenmassen, teils weil die aussaugenden Sonnenstrahlen bei der Bodenkapillarität den Wassergehalt des Bodens bis in die tiefsten Schichten aufserordentlich reduzieren und grofsen Wasseransammlungen daselbst ein schnelles Ende bereiten. Der tropische Boden pflegt auch infolge seiner bald mit Wasser geschwängerten, bald vollständig ausgedörrten Oberfläche weit mehr mit Hohlräumen durchsetzt zu sein,

als solche die heimischen Böden aufweisen. Atmosphärilien und Wärme sind daher im stande, ihn mehr zu begehen, als dieses im gemäfsigten Klima der Fall ist. Ein Beweis für diese Thatsache liegt in der jedem tropischen Reisenden bekannten und keineswegs angenehmen Ausdünstung des Bodens, welche bei und nach jedem Regen erfolgt, indem die Regenwässer die in Hohlräumen des Bodens angesammelten Gase durch ihr Eindringen austreiben, sofern sie dieselben nicht sämtlich zu absorbieren vermögen. Hiermit hängt auch der früher beschriebene undefinierbare Geruch zusammen, welcher dem Schiffer die Nähe des tropischen Gestades anzeigt und häufig zu dem Ausspruch Veranlassung giebt: „Man kann das Land schon riechen".

Dank der im tropischen Boden aufserordentlich zahlreichen feinen Hohlräume, für welche vielerorts, namentlich auf Lateritboden, die schnelle Aufsaugung der Niederschläge spricht, vermag nun die Wärme aufserordentlich tief in denselben einzudringen und lockt dadurch gleichsam das Wurzelsystem in die tiefsten Schichten hinab, demselben hier gleichzeitig zur Umsetzung angeregte Pflanzennährstoffe indirekt zuführend. Es ist bekannt, dafs überall, wo der Boden warm ist, er sich auch als ein überaus „thätiger" erweist, dieses findet man in den Tropen voll bestätigt, und es kommt die Bodenwärme daselbst noch um so mehr zur Wirkung, als sie die an sich gemeiniglich schon warmen Niederschläge (20—25° Cels.) in ihrer Wärme erhält oder wohl gar noch befördert. Dadurch wird einesteils das Wachstum des Wurzelsystems in aufserordentlicher Weise physikalisch angeregt, wie auch andererseits demselben ein grofser Reichtum der vorhandenen Nährstoffe assimilationsfähig gemacht und zur Verfügung gestellt.

Von besonderer Bedeutung für das Wachstum der Pflanzen ist noch die Wärme des Bodens dort, wo sie dank der klimatischen Verhältnisse aufserordentlich geringen Temperaturschwankungen ausgesetzt ist. Es giebt, wie wir sahen, tropische Orte, die während des ganzen Jahres in ihrer überirdischen Temperatur nicht erheblich über 30° Cels. steigen und kaum unter 20° Cels. sinken. Diese so verhältnismäfsig geringe Amplitude gestattet dem Boden eine während des ganzen Jahres nahezu gleichbleibende Wärme von ca. 25° Cels. und erzeugt in ihm Verhältnisse, wie wir sie idealer kaum in unseren Gewächshäusern und Palmengärten nachzuahmen im stande sind. Sind im übrigen die Differenzen zwischen dem Maximum und dem Minimum der Bodentemperatur in manchen Tropenorten nahezu von der gleichen Höhe, welche wir früher darthaten in Rücksicht auf die Insolationswärme, so darf man dabei doch nie übersehen, dafs Bodenabkühlungen unter 10° Cels., wie unsere heimische Landwirtschaft sie im April

und Mai, wie Oktober und Anfang November aufweist, dort überhaupt nicht vorkommen, niemals in den Tropen und kaum oder wohl nur selten in den Subtropen. Dieses hat dort natürlich eine ununterbrochene Vegetationsdauer zur Folge, welche nur durch die Verteilung der Niederschläge eine Beschränkung erfährt.

Der Bodenwärme bezw. ihrer Abgabe an die sich abkühlende Atmosphäre ist dann zuletzt noch eine für tropische Gefilde besonders wichtige Funktion zuzuschreiben, das ist die Beförderung der Taubildung.

Der Tau ist in den Tropen bei dem grofsen Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre ein aufserordentlich wichtiger Vegetationsfaktor und bildet während trockener Zeiten die einzige Quelle der Feuchtigkeit für das Wasserverlangen der Pflanzen. Regengleiche Betauungen, wie die heimische Landwirtschaft sie nur vereinzelt nach heifsen Tagen im Spätsommer kennt, sind dort regelmäfsige Erscheinungen. Bekanntlich ist das Fassungsvermögen der Atmosphäre für Wasserdampf ein gröfseres, je höher die Temperatur ist. Besitzt nun die hochtemperierte Atmosphäre einen hohen Feuchtigkeitsgehalt, was am meisten in den Küstenländern der Tropen der Fall ist, so geht sie in Berührung mit der abgekühlten Erde, in den Frühstunden, rasch auf ihren Taupunkt herab und liefert der Erdoberfläche grofse Mengen Wasser. Klare ungetrübte Nächte, die ja den Tropen ihren so zauberischen Reiz verleihen und welche der nächtlichen Ausstrahlung einen ungehinderten Durchgang nach dem Himmelsraume gestatten, sowie die Kalmen befördern besonders in den äquatorialen Ländern die Taubildung ganz aufserordentlich. Eingehende Betrachtungen und ziffermäfsige Vergleiche der Betauung in den Tropen und in den gemäfsigten Zonen, welche landwirtschaftlich-praktische Bedeutung haben, können leider nicht geboten werden, da sich die genaue Messung der Wassermenge, welche die Vegetation im Tau empfängt, überall bis jetzt noch der wissenschaftlichen Kontrolle entzogen hat.

Hiermit befinden wir uns bereits bei dem zweiten wichtigen physikalischen Wachstumsfaktor der Kulturböden, der Feuchtigkeit derselben. Es hat wohl ein jeder Reisende in den Tropen und besonders in den Subtropen die Erfahrung gemacht, dafs während der Trockenzeit das Aussehen vieler Bodenarten ein ungemein trauriges ist. Die verdorrte niedere Vegetation, die Härte und Dürre des gelbroten Bodens, der jedem Gerät den denkbar gröfsten Widerstand entgegensetzt, lassen jeden Kulturversuch als hoffnungslos erscheinen. Aber schon nach dem ersten durchweichenden Regen ändert sich das Bild vollständig, und die ganze tropische Zeugungskraft verklärt sich in

üppigster Entfaltung der Vegetation. Dem auf bestimmte Perioden beschränkten höheren Feuchtigkeitsgehalt des Bodens ist es zuzuschreiben, dafs ein und dieselbe Gegend so widerspruchsvoll von verschiedenen Reisenden beurteilt wird. Der eine rühmt die üppigen, schier unerschöpflichen weiten Weidegründe, in denen zahllose Rinder- und Schafherden im Futterüberflufs schwelgen und die Völker ein lustiges friedliches Hirtenleben führen, der andere spricht in Bezug auf dieselbe Gegend von einer unendlich öden kahlen Fläche, auf welcher das sparsam verteilte Vieh kaum Leben und Vermehrung fristet und die verschiedenen Stämme gegenseitig um die Nahrungsmittel kämpfen [1].

Dem in den Tropen Geborenen erscheinen die infolge der verschiedenen Feuchtigkeitsverhältnisse des Bodens so krafs wechselnden vegetativen Zustände der Natur namentlich in Savannen und Prairieen durchaus nicht seltsam, aber er würde, im Winter auf die Schneefelder Deutschlands versetzt, ebenso sehr Zweifel an der Möglichkeit eines landwirtschaftlichen Betriebes in Deutschland erheben, wie der unkundige Reisende sie sich oftmals zu Trockenzeiten in tropischen Gebieten hat zu Schulden kommen lassen.

Die hohen Temperaturen der Atmosphäre, die aufserordentlich intensive Erwärmung des Bodens, die tiefe Zersetzung des Gesteins, sowie die Entführung der wasserbindenden Alkalien zufolge der Jahrtausende ununterbrochen wirkenden Verwitterungs- und Umlagerungsprozesse bringen es in den meisten Regionen zu Zeiten mangelnder meteorischer Niederschläge mit sich, dafs die Vegetation stille steht oder gar ganz aussetzt. Selbst wo die Ansammlung von Grundwasser durch den geologischen Aufbau des Terrains nicht ausgeschlossen ist, vermag doch eine solche in den seltensten Fällen der intensiven Erwärmung des Bodens und der Verdunstung auf den kapillaren Wegen auf die Dauer zu widerstehen. Und wenn im gemäfsigten Klima infolge der Temperatur-Erniedrigung die Feuchtigkeit des Bodens erstarrt und ihre vegetative Thätigkeit aufser Wirkung gesetzt ist, so legt in den Tropen die Temperatur-Erhöhung die Bodenthätigkeit lahm und benimmt den Pflanzen ihren Feuchtigkeitsbedarf. Dort, wo die Kultur Bewässerungsanlagen eingeführt, vermag man den störenden Einflüssen der Temperatur-Erhöhung in eben derselben Weise entgegenzutreten, wie im Norden denjenigen der Temperatur-Erniedrigungen durch Treibhäuser, Warmhäuser oder zu geringem Teile auch durch Entwässerungsanlagen. Ist jedoch in tropischen Ländern die Möglichkeit einer Bewässerungsanlage

[1] In dieser Beziehung sind gerade über manche Gegenden Ostafrikas die widerspruchsvollsten Angaben gemacht.



nicht geboten, dann bleibt dem tropischen Landwirt noch das andere Mittel, sich mit der Auswahl und dem Anbau seiner Kulturfrüchte den für gewöhnlich eintretenden Naturverhältnissen anzupassen, wie es z. B. auf dem Cotton-Soil Südindiens der Fall ist. Er darf sich alsdann jedoch nicht wundern, wenn unregelmäfsige oder mangelnde Niederschläge, von denen ich früher sprach, das Gedeihen seiner Kultur zu Schanden machen. Die Masse und Verteilung der Niederschläge allein ist es, von welcher der Feuchtigkeitsgehalt des tropischen Bodens zu jeder Zeit abhängt. Der Boden selbst vermag wohl, der eine mehr, der andere weniger, je nachdem er humoser, thoniger, lehmiger, sandiger oder kalkiger Struktur ist, die Feuchtigkeit zurückzuhalten, auch Wasserdampf vermag er an sich zu ziehen, aber er besitzt in den Tropen nicht die Fähigkeit — abgesehen von jungen Verwitterungsprodukten — auch kaum in seinen tieferen Schichten, Feuchtigkeitsmengen für ungünstige Vegetationszeiten auf längere Dauer zu reservieren. In dieser Beziehung ist er der Macht der Sonnenstrahlen nicht gewachsen.

Wenn man hie oder da von einem Wasserkondensations-Vermögen (Anziehen von Wassergas) der Böden, welches seit Schübler in der Reihe der nützlichen physikalischen Bodeneigenschaften Aufnahme gefunden, — eine Theorie, die auch noch von Semler vertreten wird [1] — liest, und demselben in der Wasserversorgung der Pflanzenwelt namentlich der tropischen besondere Funktionen zuschreibt, wie es auch für den Regurboden Indiens geschieht, so mufs dieses entschieden zurückgewiesen werden. Wasserkondensation seitens des Bodens findet ja statt in ausgetrockneten Distrikten, aber A. Mayer bemerkt in seinem Lehrbuch der Agrikulturchemie [2] sehr treffend, dafs das potenziell bestehende Kondensations-Vermögen trockener Ackererden unter den reellen Verhältnissen zum Wohl der Pflanzen nicht in Betracht kommt, weil diese im Verlauf einer Periode grofser Trockenheit schon viel zu weit heruntergekommen sind, um davon Nutzen zu ziehen. „Es steht damit, heifst es, wie mit einer wohlthätigen Sammlung zur Zeit einer Hungersnot, nachdem dieselbe schon ihre Opfer gefordert hat. Was helfen die in Wahrheit vorhandenen wohlthätigen Bestrebungen, wenn sie naturgesetzlich post festum sich regen?“ Dieser Vergleich ist jedoch insofern irreführend, als die Pflanzen das etwa kondensierte Wasser des Bodens überhaupt nicht zu diffundieren

[1] Semler, Die tropische Agrikultur. Bd. I S. 9.

[2] III. Auflage. Heidelberg 1886. II. Teil. S. 133.

im stande sind, wie A. Mayer im Folgenden selbst ausführt und M. Fleischer durch Versuche bestätigt hat[1].

Die Bindigkeit und andrerseits die Mürbe des Bodens ist eine physikalische Eigenschaft, welche nicht ausschliefslich durch die Natur geboten wird, sondern durch die Kultur in hohem Grade dem Acker beigebracht werden kann. Sie werden bekanntlich bedingt durch das Vorwalten von Humus und bis zum gewissen Grade Thonerde; aber auch Eisenoxyd und Eisenoxydhydrat nehmen daran Anteil, indem sie die Festigkeit des Sandbodens erhöhen wie diejenige des Thonbodens vermindern.

Wie wir oben sahen, sind die in den Tropen weitverbreiteten Lateritböden wie die Rot- und Gelberden häufig humusarm, und ihre Bindigkeit und Mürbe wird daher durch ihren Thonerde- und Eisengehalt verursacht. Die Thonerde ist häufig den Auswaschungen anheimgefallen, so dafs vornehmlich die meisten Lateritböden eine wenig wasserhaltende Kraft und Bindigkeit besitzen. Meteorische Niederschläge pflegen daher gerade auf Lateritböden sehr schnell aufgesogen und ebenso schnell wieder an die Atmosphäre zurückgegeben zu werden.

Wo Thonböden vorliegen, ist natürlich überall das Gegenteil der Fall und namentlich sind gerade diese in Kultur genommen bei heftigen Regengüssen dem sog. Zuplatzen ausgesetzt, dem bei nachfolgender Bestrahlung durch die Sonne eine tennenartige Verfestigung der Oberkrume zu folgen pflegt. Nirgend ist daher die Bearbeitung des Thonbodens zum Zweck der Lockerung der Oberkrume mehr angebracht als in den Tropen. Dieses wird meistens und namentlich in Baumplantagen nicht genügend berücksichtigt. Indessen auch leichtere Bodenarten beanspruchen dieselbe Art der sorgfältigsten physikalischen Behandlung und wollen durch eine Lockerung der Oberkrume vor schneller Auftrocknung bewahrt werden.

Die Anforderungen, welche in physikalischer Beziehung in der gemäfsigten Zone an die Güte des Ackerbodens gestellt werden, dafs er stets warm, feucht und bindig wie mürbe sei, gelten auch für die Tropen, und was der tropische Landwirt thun kann durch mechanische Bearbeitung wie durch Düngungen, den Boden physikalisch zu verbessern, darf er ebensowenig unterlassen, wie der Landwirt der gemäfsigten Zone.

---

[1] Biedermanns Centralblatt 1885. S. 297.

d. Über die chemische Zusammensetzung tropischer Erden.

Ist auch die chemische Zusammensetzung des Bodens im allgemeinen abhängig von der Zusammensetzung des Ursprungsgesteins desselben — selbst in sekundärer Lagerung — und von den Beimengungen organischer Substanzen, und somit überall auf dem Erdball derartigen Verschiedenheiten unterworfen, dafs generell für Erdoberflächen im weitesten Sinne des Wortes eine Besprechung derselben kaum von besonders praktischem Wert erscheinen will, so bieten doch gerade in tropischen Ländern die auf unendlich weite Flächen ausgedehnte Gleichartigkeit der Gesteinsrinde, der deutlich erkennbare relative Mangel mariner Bodengebilde und die Gleichartigkeit der gerade unter jenen tropischen klimatischen Verhältnissen eigenartigen Verwitterungs- und Bodenkrume bildenden Prozesse gewichtige Momente, die eine allgemeine Behandlung der chemischen Zusammensetzung tropischer Böden bis zu einem gewissen Grade zulässig erscheinen lassen. Lokale Differenzen der mannigfaltigsten Art bleiben dabei doch jederzeit zu Recht bestehen, aber sie werden sich gemeiniglich den allgemeinen Gesichtspunkten unterordnen lassen, welche sich hier ergeben werden. Es ist hier, wie man sehen wird, ein durchaus nicht so gewagtes Unterfangen, mit wenigen Seiten über die chemische Zusammensetzung von Erdoberflächen wenn auch nicht volle Aufklärung, so doch Anhalt geben zu wollen, die zum mindesten die doppelte Gröfse Europas repräsentieren und andererseits der wissenschaftlichen geologischen und pedologischen Forschung noch so viel terra incognita bieten.

Bevor ich auf die Besprechung der Zusammensetzung der Erden selbst eingehe, mufs ich zunächst eine kleine Abschweifung unternehmen, welche den Wert der Bodenanalysen für die Praxis des Landbaues betrifft und meine Stellung in dieser Frage darthun soll.

Diejenigen, welche auf dem Standpunkt verharren, dafs die chemische Bodenanalyse dem praktischen Landwirt ein durchaus unzuverlässiges Material in der Aufklärung über die Produktionsfähigkeit seines Ackers und in der Frage nach dem Stoffersatz und der Höhe der Stoffzufuhr im Boden bietet, werden geneigt sein, diesen Abschnitt der Arbeit für wenig fruchtbringend zu halten. Diejenigen, welche den entgegengesetzten Standpunkt vertreten, knüpfen vielleicht zu hohe Erwartungen an die folgenden Ausführungen, die nach dem Stande der heutigen Bodenanalysen noch nicht zu erfüllen sind.

In einer recht übersichtlichen zusammenfassenden und empfehlenswerten kleinen Arbeit von A. Helmkampf, „Ansichten über die Brauch-

barkeit der chemischen Bodenanalyse für die Zwecke der Düngung"[1], heifst es mit Recht: „die Bodenchemie ist vernachlässigt, die Bodenanalyse steht heute noch fast auf demselben Standpunkte wie vor fünfzehn Jahren". Dieser Ausspruch ist wenigstens zutreffend für die Arbeiten der deutschen Wissenschaft auf diesem Gebiete. Man hat bei uns weder die Methode der chemischen Bodenanalyse gefördert, seit Knop und Wolff ihre Arbeiten beendet, noch hat man die Resultate chemischer Bodenuntersuchungen in fixe Beziehung zur Produktionsfähigkeit des Bodens gebracht. Das darf um so weniger wundernehmen, wenn Autoritäten wie A. Mayer sich in folgender Weise aussprechen[2]: „Die Geschichte der Entwicklung der Bodenanalyse und unsere Anschauung über deren Verwendbarkeit zeigt mit vollkommener Klarheit, dafs die chemische Zusammensetzung eines Bodens zwar, wie das nicht anders sein kann, eines der Elemente der ernährenden Eigenschaften des Bodens ist, dafs aber dieses Verhältnis durch andere Umstände, als welche wir vorzüglich die nähere chemische Gruppierung der Bodenbestandteile bezeichnen können, bis zur Unkenntlichkeit verdeckt wird." „Nirgends dient sie", heifst es an einer andern Stelle, „als ein direkter oder alleiniger Mafsstab der Fruchtbarkeit. Man kommt sogar ohne alle Widerrede häufig weiter, wenn man einen Boden nach seinem äufseren Ansehen (!) auf seine Ertragsfähigkeit abschätzt, als wenn man diese lediglich aus den analytisch ermittelten Zahlen herauszurechnen sucht." Dennoch giebt A. Mayer Seite 75 zu: „Wir können zwar mit Gewifsheit aussprechen, dafs ein Boden, in dem wir durch die chemische Analyse keine Spur von Kali, von Magnesia oder von Phosphorsäure nachweisen können, absolut unfruchtbar sein wird, da alle zu kultivierenden Pflanzen notwendig diese Stoffe zu ihrem Gedeihen bedürfen." Er erklärt Seite 75, dafs „die Pausch-Boden-Analyse nur Fingerzeige bieten kann und entfernt nicht als exaktes Mafs zu dienen vermag für die Leistungsfähigkeit einer Ackererde als Pflanzenernährerin, und auch das erstere kann sie nur leisten, wenn dem Urteilenden eine genügende Erfahrung zu Gebote steht über die durchschnittliche Zusammensetzung einer Ackererde". Seite 71 heifst es dann:

„In einer Hinsicht nur hat sich vielleicht die Bodenanalyse in neuerer Zeit wieder als brauchbarer erwiesen, als man noch in dem Pessimismus der vorausgehenden Jahre zu hoffen wagte. Wenn man nämlich durch Anbau in verschiedenem Grade erschöpfte Grundstücke

---

[1] Fühlings Landwirtsch. Zeitung 1890. Nr. 20. S. 669–684

[2] A. Mayer, Lehrbuch für Agrikulturchemie. II. Teil. S. 78.



ursprünglich gleicher Beschaffenheit analytisch miteinander vergleicht, so findet man deutliche Differenzen im Nährstoffgehalt, wie z. B. aus der Bodenanalyse Hellriegels in betreff der Cristianischen Düngungsversuche hervorgeht. Das heifst also, wo die übrigen Faktoren zufällig gleich sind, da läfst sich der Einflufs der analytisch nachweisbaren Nährstoffmenge auf die Bodenfruchtbarkeit konstatieren.

Ebenso lassen sich durch eine statistische Behandlung einer sehr grofsen Anzahl von Bodenanalysen Minimalgehalte von Nährstoffen herausrechnen, welche für gewisse Kulturen erforderlich sind. Auf diese Weise habe ich z. B. gefunden, dafs für Rübenbau höchstwahrscheinlich nicht unter 0,07 % in Säuren lösliche Phosphorsäure, nicht unter 0,02 Kali, 0,1 Stickstoff, 0,1 Kalk vorhanden sein darf, und jeder langjährige Arbeiter in einer Versuchsstation kennt ähnliche Grenzziffern für die Bodensorten und Kulturen, mit denen er in seiner praktischen Thätigkeit am meisten in Berührung gekommen ist."

Nun ich denke, wenn A. Mayer das letztere selbst konstatiert hat, dann ist die chemische Bodenanalyse doch für den praktischen Landwirt nicht so wertlos, wie A. Mayer sonst hervorhebt, und gewährt mehr Aufklärung, als wenn man einen Boden nach seinem äufseren Ansehen auf seine Ertragsfähigkeit schätzt. Demnach bedürfen auch wohl die Grenzziffern, welche von den bekannten französischen Gelehrten für die Kulturen des gemäfsigten Klimas aufgestellt worden sind, speciell von Risler und Colomb-Pradel (0,1 % Phosphorsäure, 0,1 % Kali, 0,1 % Stickstoff)[1] die eingehendste Beachtung. Ich wenigstens kann nicht umhin, offen auszusprechen, dafs allein schon derartige Grenzlinien, zumal wenn sie für die verschiedenen geologischen Gebilde festgestellt werden, einem jeden praktischen Landwirt und besonders, wenn es sich um neu in Angriff zu nehmende Ländereien handelt, aufserordentlich wertvoll sind. Und wenn die einzelnen Arten der Kulturpflanzen sich ganz aufserordentlich verschieden in der Assimilationsfähigkeit der Nährstoffe zum Boden verhalten sollten, so modifiziert das wohl die Grenzlinien und die Folgerungen, welche an das Resultat der chemischen Bodenanalyse zu knüpfen sind, vermag sie aber keineswegs auszuwischen. Semler, dem wohl sicher ein praktisches Verständnis in dieser Frage zuzuschreiben ist, sagt in seiner tropischen Agrikultur[2]: „Warm zu empfehlen ist namentlich, wenn

[1] Dans quelles limits l'analyse chimique des terres peut-elle servir à déterminer les engrais, dont elles ont besoin? par E. Risler, Directeur de l'institut agronomique et E. Colomb-Pradel, Préparateur. Nancy 1887.

[2] Semler, Die tropische Agrikultur. I. Teil. S. 8.

es sich um specielle Kulturen handelt, die chemische Untersuchung des Bodens, und zwar um so mehr, als sie keineswegs kostspielig ist. Selbst im Anlagekapital einer kleinen Pflanzung oder Kolonie spielt die Vergütung an den Chemiker gar keine Rolle, und doch, welche wichtigen Aufschlüsse können seine Bodenuntersuchungen geben, so wichtige, dafs der beabsichtigte Ankauf als eine verfehlte Spekulation erkannt werden kann." Mit Recht hebt Semler in Rücksicht auf die Kultur des Zuckerrohrs die Wichtigkeit hervor, vor Auswahl des Bodens eine chemische Untersuchung anstellen zu lassen, da ein hoher Alkaligehalt des Bodens die Säfte am Krystallisieren hindert und die ganze Plantage für Zuckerproduktion wertlos zu machen im stande ist[1].

Ich will im Folgenden mit einigen Beispielen fremder und eigner Studien kurz zu belegen versuchen, in wie hohem Grade die chemische Bodenanalyse praktischen Wert beanspruchen darf. Doch bevor ich dazu übergehe, mufs ich noch ein Wort über die Methoden der Bodenanalysen einschalten.

Die chemischen Bodenuntersuchungen sind so mannigfaltiger Art, dafs infolgedessen kaum eine Vergleichbarkeit der verschiedenen Resultate zulässig ist. Aufser der Pauschanalyse, welche von der chemischen Petrographie auf die Pedologie übernommen ist, hat man es einerseits vornehmlich mit den verschiedensten in koncentrierten oder verdünnten Säuren: Königswasser, Schwefelsäure, Salpetersäure, Salzsäure, Oxalsäure, Citronensäure, Essigsäure und Kohlensäure, hergestellten kalten oder heifsen Auszügen zu thun, andrerseits mit den direkt aus der Feinerde ($<$ 1 mm oder 0,7, oder 0,5 oder 0,4 mm) gewonnenen Untersuchungsergebnissen oder auch mit den Umrechnungen der analytischen Ergebnisse auf den Gesamtboden. Dieses alles verwirrt die Übersicht über die Ergebnisse der Bodenanalyse und läfst nur beschränkte Zusammenstellungen zu. Was aber das Tadelnswerteste an sehr vielen Untersuchungen ist, betrifft den Umstand, dafs manche Analytiker bei Vorführung der Bodenanalysen sich überhaupt nur auf eine kurze unverständliche Angabe der Untersuchungsmethode beschränken. Würden sie hinzufügen, die Untersuchung ist nach Wolff, Knop oder Grandeau ausgeführt, so wäre der Leser orientiert, aber auch dieses geschieht nicht immer, sondern es heifst gemeiniglich einfach „im salzsauren Auszug" oder dergleichen.

Der Grund, weshalb man sich nicht darauf beschränkt hat, durch eine Pauschanalyse den gesamten Pflanzennährstoffgehalt des Bodens

[1] Semler, Die tropische Agrikultur. III. Teil. S. 225.

festzustellen, liegt darin, dafs derselbe sich zusammensetzt aus einem aktiven oder den Pflanzen disponibeln Teil und einem passiven oder reservierten, welcher den Pflanzen nicht zugänglich. Der Wissenschaft ist es bis jetzt nun noch nicht gelungen, eine Grenzlinie zwischen beiden Teilen zu ziehen, welche von zuverlässigem Werte ist, und dieses war deshalb bis jetzt nicht zu ermöglichen, weil wir die Ansprüche der Kulturpflanze an die Assimilationsfähigkeit der Stoffe im Boden weder im allgemeinen noch in ihrer mannigfaltigen Verschiedenartigkeit und beschränkten Zeitdauer kennen, und weil der verschiedenartige Ursprung der Bodenkrume und äufsere meteorische und atmosphärilische Einflüsse wechselnder Art eine mannigfaltig gestaltete Assimilationsfähigkeit der Stoffe zur Folge haben, welche zu erkennen bei den neuerdings aufgedeckten Funktionen der Bodenbakterien noch besonders erschwert wird.

Die Pauschanalyse giebt nur über den Gesamtnährstoffvorrat im Boden Aufschlufs, nicht über den Grad der Löslichkeit desselben. Diesen oder vielmehr denjenigen Stoffvorrat, welchen man den pflanzlichen Funktionen annähernd zugänglich hielt, hat man durch saure oder auch wohl durch alkalische oder neutrale Lösungen der verschiedensten Koncentration oder auch durch Auszug des Bodens mit reinem Wasser ermitteln wollen.

Die Methode, welche in dieser Beziehung am meisten Anklang und Verbreitung gefunden hat, ist diejenige von Wolff. Schon vor 34 Jahren gab Wolff eine Anleitung zur chemischen Untersuchung landwirtschaftlich wichtiger Stoffe heraus, und er hat dieselbe seitdem auf das eifrigste zu verbessern gesucht. Wohl niemand, der auf diesem Gebiete gearbeitet, besitzt eine gröfsere Erfahrung und umfassendere Kenntnis in allen hierherzurechnenden Fragen, als gerade dieser unermüdliche wissenschaftliche Forscher, und wir haben daher jeden Grund, an die Resultate seiner Arbeiten mit vollstem Vertrauen und Ehrerbietung heranzutreten.

Wolffs Methode basiert darauf, dafs es zur wissenschaftlichen Beurteilung der Löslichkeitsverhältnisse der Pflanzennährstoffe unbedingt nötig ist, die Feinerde successive verschiedenen kräftigen Lösungsmitteln, die rücksichtlich der Stärke der Einwirkung genügende Abweichung zeigen und im bestimmten Verhältnis stehen, zu unterziehen, und zwar stets nach ganz feststehenden Regeln. Extrakte nacheinander mit kaltem destillierten Wasser, das bis 1/4 mit Kohlenstoffdioxyd gesättigt, mit kalter koncentrierter Salzsäure von 1,15 specifischem Gewicht, mit kochender koncentrierter Salzsäure gleicher Stärke, mit heifser koncentrierter Schwefelsäure und endlich Flufssäure sollen die Nährstoffe und den Grad ihrer Löslichkeit kundthun. Auf die Aus-

führung der Methode einzugehen ist hier nicht der Ort, nur sei noch hervorgehoben, dafs Wolff es verwirft, geglühten Boden den Untersuchungen zu unterwerfen, sondern für die Methode solchen in natürlichem humushaltigen Zustande vorschreibt.

Über die Bodenanalyse selbst urteilt er folgend[1]: „Auf solche Weise ist das Gebiet der Bodenanalyse ein umfassendes und wichtiges und die weitere Ausbildung desselben im Interesse der Praxis gewifs eine dankbare Aufgabe für den Agrikulturchemiker."

Es mag erlaubt sein, hier von denjenigen Forschern abzusehen, welche sich in ihren Untersuchungsmethoden des Bodens mehr oder minder im Prinzip mit Wolff in Übereinstimmung befinden. Nur auf die Knopschen[2] Ansichten mufs ich noch eingehen, weil diese sich wesentlich von den Wolffschen unterscheiden.

Knop legt besonders hohen Wert auf die mechanische Untersuchung des Bodens sowie auf die Absorptionsfähigkeit desselben. Auf die Bestimmung der Pflanzennährstoffe, Stickstoff, Phosphorsäure und Kali verzichtet Knop von vornherein. Diese Stoffe finden sich bei seinen Untersuchungen mitsamt den Untersuchungsfehlern unter den Monoxyden, welche durch Differenz ermittelt werden. Während die Wolffsche Untersuchungsmethode aufser der mechanischen Untersuchung den Gehalt aller Pflanzennährstoffe, wie er durch die verschiedenen Aufschlüsse ermittelt ist, darthut, charakterisiert sich die Knopsche Untersuchung durch folgendes Schema, nach welchem er zur Seite 136 seiner „Bonitierung" eine grofse Reihe Ackererden vorführt:

1. Hygroskopisches Wasser, gebundenes Wasser, Humus.
2. Glühverlust, Feinboden.
3. Kalksulphat.
4. Kohlensaurer Kalk, kohlensaure Talkerde, Summa der Carbonate.
5. Geb. Kieselsäure und Quarz, Sesquioxyde, Monoxyde, Silikat und Quarz in Summa.
6. Kieselsäure-Thon, aufgeschlossene Silikatbasen.
7. Absorption.

Indessen bemerkt Knop selbst Seite 137: „Erst nachdem die Analysen ausgeführt waren, zeigte sich, wieviel besser es gewesen wäre, hätten wir die Sesquioxyde getrennt und für sich bestimmt.

[1] Dr. Emil Wolff, Anleitung zur chemischen Untersuchung landwirtschaftlich wichtiger Stoffe. III. Auflage. Berlin 1875. S. 99.

[2] Dr. Wilh. Knop, Die Bonitierung der Ackererde. II. Auflage. Leipzig 1872. Landwirtschaftliche Versuchsstationen XVII S. 70. Zeitschrift für analytische Chemie XIII S. 88.

Hier ist eine Lücke in unserer Arbeit, die noch ausgefüllt werden mufs." Das ist in der That der Fall und namentlich in Bezug auf die Absorptionsfähigkeit der Ackererden, denn die eisenreichen Thone besitzen eine gröfsere Absorption als die eisenarmen. Hierüber werden wir weiter unten in Bezug auf die tropischen Böden noch sehr interessante Erörterungen anzustellen haben.

Grandeaus Methode der Bodenuntersuchung, welche zwar auch der geologischen und mechanischen Natur der Ackererde Rechnung trägt, im übrigen sich jedoch auf eine modernisierte Theorie der Thaer-schen Humuslehre stützt und danach die chemisch-analytischen Untersuchungen festsetzt, hat bereits durch Theorie und Praxis eine zu gründliche Widerlegung gefunden, als dafs es nötig wäre, hier näher darauf einzugehen. —

Wenn die Wissenschaft sich überhaupt mit jenen Ausdrücken der Praxis in Bezug auf den Nährstoffgehalt des Bodens, wie „Fruchtbarkeit, Bonität, Güte, Reichtum" etc., auseinandersetzen will, was doch wohl nachgerade an der Zeit ist, so ist nur ein Medium möglich und das ist dasjenige, welches Wolff ergriffen hat. Diesem mufs jedoch die Bodenbakteriologie zu Hülfe kommen [1]. Im Prinzip bietet uns das, was die chemische Bodenuntersuchungsmethode Wolffs lehrt, die Handhabe zu einer praktisch brauchbaren Forschung. Es ist gar nicht einzusehen, warum nicht ebensogut, wie Grenzlinien im Humus-, Thon-, Lehm- und Sandgehalt des Bodens für seine nähere Definierung gezogen sind, auch solche in Bezug auf seine chemische Zusammensetzung aufgestellt werden sollen!

An dieselben haben wir, abgesehen von der Bodenbakteriologie, zwei Anforderungen zu stellen, dafs eine dahin zielende Untersuchungsmethode Aufschlufs giebt:

1. über den Nährstoffvorrat in seiner totalen Anwesenheit,
2. über den Grad der Löslichkeit dieser Nährstoffe,

ich sage durchaus nicht „der Assimilationsfähigkeit"; um diese zu konstatieren, reichen unsre heutigen Kenntnisse der Pflanzen- und Bodenphysiologie noch nicht aus

Aufserdem ist eine praktische Anforderung zu berücksichtigen, dahin gehend, dafs die Methode der Untersuchung sich so einfach wie möglich gestaltet. Um dieser letzten Anforderung gerecht zu werden, mag es daher ratsam erscheinen, von jenen Pflanzennährstoffen in der Untersuchung zunächst ganz abzusehen, welche als unwesentliche und in allgemeiner und reichlicher Verbreitung vorkommende anzusehen

[1] Hierauf komme ich im nächsten Abschnitt ausführlich zu sprechen.

sind. Eine Pauschanalyse, eine Extraktion in kalter koncentrierter Salzsäure und eine solche in mit 1/4 Kohlenstoffdioxyd gesättigtem Wasser von 15° Cels. oder mit verdünnter Oxalsäure oder auch mit verdünnter etwa einprozentiger Citronensäure nach vereinbarter Methode und die aus diesen Untersuchungen gewonnenen Verhältniszahlen werden uns zunächst zufrieden stellen. Mag es dann den Resultaten dieser Untersuchungen überlassen bleiben, höheren Anforderungen das Wort zu reden.

Was uns bis jetzt in der chemischen Bodenanalyse gefehlt, ist ein allgemeiner fester Ausgangspunkt und ein allgemein anerkanntes Prinzip der Untersuchung. Wo eine gleichartige Methode der Untersuchung zur Ausführung gekommen, und sei es auch die Knopsche Methode, dort sind auch Erfolge aufzuweisen. Risler hat meines Erachtens dieselben erzielt; der Pauschanalyse sind sie durchaus nicht abzusprechen, und der Auszug in koncentrierter kalter Salzsäure, der wegen seiner relativ leichten Durchführung die weiteste Verbreitung gefunden, giebt wenigstens eine Menge Material, das den Wert der Vergleichbarkeit besitzt.

Die Frage nach dem Werte der Bodenanalysen ist für die Beurteilung unserer afrikanischen Besitzungen wie überhaupt der tropischen Agrikultur zu wichtig, so daſs ich noch kurz an einigen Beispielen zu rechtfertigen versuchen muſs, in welcher Weise die Bodenanalysen wissenschaftliche wie praktische Bedeutung erlangt haben.

Marek[1] stellte Versuche an auf Böden, welche im Auszuge mit heiſser kochender, koncentrierter Salpetersäure lufttrocken (?) in der Feinerde folgenden Gehalt an P_2O_5, K_2O und CaO aufwiesen und auſserdem den aufgeführten Stickstoffgehalt besaſsen[2].

(Siehe Tabelle S. 212.)

Im ersten Jahre des Versuches hatte Marek es unterlassen, in das Programm die Kultur auf einer ungedüngten Parzelle einzuschalten, „da es sich nur um den Vergleich der Wirkung verschiedener Formen der Phosphorsäure-Düngung handle“[3]. Bei einigen Versuchen hat jedoch bereits 1886 eine Einschaltung einer ungedüngten Parzelle stattgefunden. „Der Zufall will“, sagt Marek[4], „daſs zu diesen Versuchen fast alle Früchte gesäet wurden, und ist deshalb die Möglichkeit vor-

---

[1] Marek, Über den relativen Düngewert der Phosphate Dresden 1889.

[2] Marek, Über den relativen Düngewert der Phosphate. Dresden 1889. S. 19 ff.

[3] Daselbst S. 18 u. 76.

[4] Daselbst S. 76.

Bodenarten	P_2O_5 %	K_2O %	CaO %	N %
I. Thonboden.				
Oberkrume . . . . (26 cm tief.)	0,398	0,211	0,853	0,212
Untergrund	0,276	0,161	0,525	0,089
II. Lehmboden.				
Oberkrume . . . . (26 cm tief.)	0,346	0,206	0,809	0,159
Untergrund	0,209	0,117	0,431	0,096
III. Sandboden.				
Oberkrume . . . . (26 cm tief.)	0,230	0,183	0,162	0,062
Untergrund	0,279	0,149	4,414	0,092
IV. Humusboden.				
Oberkrume . . . . (26 cm tief.)	0,368	0,254	1,568	0,303
Untergrund	0,279	0,107	0,435	0,118
V. Moorboden.				
Oberkrume . . . . (26 cm tief.)	0,308	0,591	0,454	0,905
Untergrund	0,86	0,146	0,437	0,156
VI. Kalkhaltiger Lehmboden.				
Oberkrume . . . . (26 cm tief.)	0,423	0,209	2,293	0,135
Untergrund	0,254	0,140	0,457	0,093
VII. Mittlerer fruchtbarer Lehmboden.				
Oberkrume . . . . (26 cm tief.)	0,663	0,286	1,937	0 297
Untergrund	0,387	0,093	0,827	0,159
VIII. Magerer mittlerer Lehmboden.				
Oberkrume . . . . (26 cm tief.)	0,340	0,183	0,080	0,137
Untergrund	0,339	0,161	0,053	0,064

handen, auch von dem Ausgangspunkte der Ernte der ungedüngten Parzelle Vergleiche für die Wirkung der Phosphate anzustellen.“ Bevor ich zu den Ergebnissen übergehe, mag bemerkt sein, dafs Marek seine Versuche anstellte auf Beeten von 1 Quadratmeter Fläche — doch ist diese Gröfse auch verschiedentlich überschritten —, dafs die Phosphorsäure verabreicht wurde in den Formen von gedämpftem Knochenmehl, Koprolithenmehl, reiner Thomasschlacke und Peruguano, dafs die auf jedem Beete verabreichten Nährstoffgaben nicht nur in Bezug auf Phosphorsäure, sondern auch auf Kali, Kalciumoxyd und Stickstoff durch Zuhülfenahme von schwefelsaurem Ammoniak, gereinigtem schwefelsaurem Kali und Kalciumhydroxyd gleichgemacht wurden. Es wurden demnach auf allen Beeten 1886 gleichmäfsig verabfolgt pro 1 Quadratmeter Fläche

10 g P_2O_5, 5,0 g K_2O, 20,7 g CaO, 2,5 g N

entsprechend pro Hektar

100 Kg P_2O_5, 50 Kg K_2O, 207 Kg CaO, 25 Kg N.

Es brachte das Jahr 1886 folgendes Resultat auf dem magern mittleren Lehmboden[1], ungedüngt gleich 100 gesetzt:

	Körner		Stroh		
	Gerste	Hafer	Gerste	Hafer	Kartoffeln
ungedüngt	100	100	100	100	100
Koprolithenmehl	102	103	105	102	124
Knochenmehl	107	121	123	117	109
Thomasschlacke	105	123	104	120	103
Peruguano	112	151	108	143	127

Desgleichen wurde 1886 auch noch auf einem sehr fruchtbaren mittleren Boden operiert, und zwar mit Hülsenfrüchten und Zuckerrüben; da jedoch für diesen Boden keine Analyse vorliegt, so müssen wir hier die Resultate übergehen.

1887[2] wurde das Prinzip beobachtet, eine ungedüngte Parzelle einzuschalten; aufserdem wurde die Düngung nicht nur im Frühjahr, sondern auch bereits im Herbst verabreicht, schliefslich die Düngungen zum Teil verdoppelt. Die schwächere beträgt pro Hektar wie 1886

100 Kg P_2O_5, 50 Kg K_2O, 207 Kg CaO und 25 Kg N,

die stärkere

200 Kg P_2O_5, 75 Kg K_2O, 414 Kg CaO und 45 Kg N.

Dabei stellte sich nun folgendes Ergebnis heraus (ausgedrückt in Verhältniszahlen, Ertrag bei Thomasschlackendüngung = 100):

[1] Marek, Über den relativen Düngewert der Phosphate. Dresden 1889. S. 77.

[2] Daselbst S. 79 ff.

A.	Hafer schwache Düngung im Herbst		Hafer schwache Düngung im Frühjahr		Hafer starke Düngung im Frühjahr		Gerste schwache Düngung im Herbst		Gerste schwache Düngung im Frühjahr		Gerste starke Düngung im Frühjahr	
1887	Körner	Stroh u. s. w.	Körner	Stroh u. s. w.	Körner	Stroh u. s. w.	Körner	Stroh u. s. w.	Körner	Stroh u. s. w.	Körner	Stroh u. s. w.
I. Thonboden (1 qm)												
ungedüngt	93	87	84	92,4	86	83,8	—	—	—	—	—	—
Thomasschlacke . .	100	100	100	100	100	100	—	—	—	—	—	—
Koprolithenmehl . .	118	97	98,4	112	93	87	—	—	—	—	—	—
Ged. Knochenmehl .	103	90	99	109	88	83,5	—	—	—	—	—	—
Peruguano	122	97	98,6	108,8	103	99,9	—	—	—	—	—	—
II. Lehmboden (1 qm)												
ungedüngt	—	—	—	—	—	—	94	93	81	79	—	—
Thomasschlacke . .	—	—	—	—	—	—	100	100	100	100	—	—
Koprolithenmehl . .	—	—	—	—	—	—	105	123	88	83	—	—
Ged. Knochenmehl .	—	—	—	—	—	—	104	117	79	72	—	—
Peruguano	—	—	—	—	—	—	127	125	104	97	—	—
III. Sandboden (1 qm)												
ungedüngt	105	85	92	101	84	100	—	—	—	—	—	—
Thomasschlacke . .	100	100	100	100	100	100	—	—	—	—	—	—
Koprolithenmehl . .	116	81	98	122	95	129	—	—	—	—	—	—
Ged. Knochenmehl .	103	91	95	124	89	139	—	—	—	—	—	—
Peruguano	113	100,7	104	118	103	123	—	—	—	—	—	—
IV. Humusboden (1 qm)												
ungedüngt	—	—	—	—	—	—	96	102	97	87	94	81
Thomasschlacke . .	—	—	—	—	—	—	100	100	100	100	100	100
Koprolithenmehl . .	—	—	—	—	—	—	116	117	98	112	101	88
Ged. Knochenmehl .	—	—	—	—	—	—	101	116	97,6	112	104	111
Peruguano	—	—	—	—	—	—	114	113	104	113	112	117
V. Moorboden (meist 1 qm)												
ungedüngt	86	86	92	86	84	82	—	—	—	—	—	—
Thomasschlacke . .	100	100	100	100	100	100	—	—	—	—	—	—
Koprolithenmehl . .	97	100	119	119	110	100	—	—	—	—	—	—
Ged. Knochenmehl .	73	84	100	100	107	103	—	—	—	—	—	—
Peruguano	86	100	118	131	115	110	—	—	—	—	—	—
VI. Kalkhaltiger Lehmboden												
ungedüngt	—	—	—	—	—	—	92	119	102	86	90	82
Thomasschlacke . .	—	—	—	—	—	—	100	100	100	100	100	100
Koprolithenmehl . .	—	—	—	—	—	—	109	133	109	96	96	94
Ged. Knochenmehl .	—	—	—	—	—	—	106	123	102	93	114	97
Peruguano	—	—	—	—	—	—	107	125	114	103	103	90
VII. Fruchtbarer mittlerer Lehmboden												
ungedüngt	92	98	—	—	85	71	—	—	—	—	92	81
Thomasschlacke . .	100	100	—	—	100	100	—	—	—	—	100	100
Koprolithenmehl . .	93	101	—	—	86	109	—	—	—	—	95,5	99
Ged. Knochenmehl .	95	102	—	—	85	100	—	—	—	—	95	95
Peruguano	101	110	—	—	93	104	—	—	—	—	97	94

Sommerweizen starke Düngung im ?		Erbsen starke Düngung im Frühjahr		Winterroggen schwache Düngung im ?		Futterrüben starke Düngung im ?		Zuckerrüben starke Düngung im ?		Kartoffeln starke Düngung im ?		Möhren starke Düngung im ?	
Körner	Stroh u. s. w.	Körner	Stroh u. s. w.	Körner	Stroh u. s. w.	Wurzel	Blätter u. s. w.	Wurzel	Blätter u. s. w.	Knollen	Blätter	Wurzel	Blätter u. s. w.
—	—	90,5	87	—	—	81	97	—	—	—	—	—	—
—	—	100	100	—	—	100	100	—	—	—	—	—	—
—	—	99,9	117	—	—	93	119	—	—	—	—	—	—
—	—	106	114	—	—	106	112	—	—	—	—	—	—
—	—	87	107	—	—	116	124	—	—	—	—	—	—
—	—	117	97	—	—	—	—	77	81	—	—	—	—
—	—	100	100	—	—	—	—	100	100	—	—	—	—
—	—	125	113	—	—	—	—	93	98	—	—	—	—
—	—	115	110	—	—	—	—	113	116	—	—	—	—
—	—	90	109	—	—	—	—	122	98,5	—	—	—	—
—	—	80	80	—	—	—	—	—	—	86	—	—	—
—	—	100	100	—	—	—	—	—	—	100	—	—	—
—	—	75	80	—	—	—	—	—	—	116	—	—	—
—	—	79	80	—	—	—	—	—	—	100	—	—	—
—	—	71	80	—	—	—	—	—	—	98	—	—	—
—	—	96	95	—	—	—	—	—	—	—	—	84	78
—	—	100	100	—	—	—	—	—	—	—	—	100	100
—	—	79	82	—	—	—	—	—	—	—	—	105	115
—	—	78	77	—	—	—	—	—	—	—	—	115	115
—	—	97	102	—	—	—	—	—	—	—	—	124	103
—	—	99	93	—	—	—	—	—	—	103	—	—	—
—	—	100	100	—	—	—	—	—	—	100	—	—	—
—	—	82	92	—	—	—	—	—	—	101	—	—	—
—	—	79	84	—	—	—	—	—	—	98	—	—	—
—	—	78	93	—	—	—	—	—	—	120	—	—	—
—	—	106	100	—	—	—	—	74	51	—	—	—	—
—	—	100	100	—	—	—	—	100	100	—	—	—	—
—	—	125	103	—	—	—	—	104	101	—	—	—	—
—	—	103	98	—	—	—	—	99	87	—	—	—	—
—	—	113	105	—	—	—	—	110	96	—	—	—	—
77	81	72	66	81	97	—	—	90	95	92	—	—	—
100	100	100	100	100	100	—	—	100	100	100	—	—	—
88	87	94	92	100	110	—	—	99	101	99	—	—	—
94	88	104	98	100	100	—	—	100,5	104	108	—	—	—
82	86	86	96	89	107	—	—	102	91	98	—	—	—

B. Die Verhältniszahlen der Erträge von **ungedüngt** und dem **Mittel der Erträge der Düngungen** mit P_2O_5, K_2O, CaO und N.		I. Thonboden		II. Lehmboden		III. Sandboden		IV. Humusboden		V. Moorboden		VI. Kalkhaltiger Lehmboden		VII. Fruchtbarer mittlerer Lehmboden	
		ungedüngt	gedüngt	ungedüngt	gedüngt	ungedüngt	gedüngt	ungedüngt	gedüngt	ungedüngt	gedüngt	ungedüngt	gedüngt	ungedüngt	gedüngt
I. Hafer	Körner	93	111	—	—	105	108	—	—	86	89	—	—	92	97
(schwache Herbstdüngung)	Stroh u. s. w.	87	96	—	—	85	93	—	—	89	96	—	—	98	103
II. Hafer	Körner	84	99	—	—	92	99	—	—	92	109	—	—	—	—
(schwache Frühjahrsdüngung)	Stroh u. s. w.	92,4	107	—	—	101	116	—	—	86	112	—	—	—	—
III. Hafer	Körner	86	96	—	—	84	103	—	—	84	108	—	—	85	91
(starke Frühjahrsdüngung)	Stroh u. s. w.	84	92	—	—	100	123	—	—	82	104	—	—	71	103
IV. Gerste	Körner	94	109	—	—	—	—	96	108	—	—	92	105	—	—
(schwache Herbstdüngung)	Stroh u. s. w.	93	116	—	—	—	—	102	111	—	—	119	120	—	—
V. Gerste	Körner	81	93	—	—	—	—	97	100	—	—	102	106	—	—
(schwache Frühjahrsdüngung)	Stroh u. s. w.	79	78	—	—	—	—	87	109	—	—	86	98	—	—
VI. Gerste	Körner	—	—	—	—	—	—	94	104	—	—	90	103	92	97
(starke Frühjahrsdüngung)	Stroh u. s. w.	—	—	—	—	—	—	81	104	—	—	82	96	81	97

VII. Sommerweizen	Körner	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	77	91
(starke Düngung)	Stroh u. Streu	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	81	90
VIII. Erbsen	Körner	90,5	98	117	108	80	81	96	89	99	85	106	110	72	96
(starke Düngung)	Stroh u. s. w.	87	110	97	108	80	85	95	90	93	82	100	101	66	97
IX. Winterrogen	Körner	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	81	97
(schwache Düngung)	Stroh u. s. w.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	97	104
X. Futterrüben	Wurzel	81	104	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
(starke Düngung)	Blätter u. s. w.	97	116	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XI. Zuckerrüben	Wurzel	—	—	77	107	—	—	—	—	—	—	74	103	90	100
(starke Düngung)	Blätter u. s. w.	—	—	81	103	—	—	—	—	—	—	51	96	95	99
XII. Kartoffeln (starke Düngung)	Knollen	—	—	—	—	86	103	—	—	103	105	—	—	92	101
XIII. Möhren	Wurzel	—	—	—	—	—	—	84	111	—	—	—	—	—	—
(starke Düngung)	Blätter u. s. w.	—	—	—	—	—	—	78	108	—	—	—	—	—	—
Chemischer Gehalt der Oberkrume in Bezug auf	P_2O_5	0,40 %		0,35 %		0,23 %		0,37 %		0,31 %		0,42 %		0,66 %	
P_2O_5, K_2O, CaO und N	K_2O	0,21 -		0,21 -		0,18 -		0,25 -		0,59 -		0,21 -		0,29 -	
(durch salpetersauren Auszug	CaO	0,85 -		0,81 -		0,16 -		1,57 -		0,45 -		2,29 -		1,94 -	
ermittelt)	N	0,21 -		0,16 -		0,06 -		0,30 -		0,91 -		0,14 -		0,30 -	

C. Zusammenstellung nach Tabelle B.	I. Thonboden	II. Lehmboden	III. Sandboden	IV. Humusboden	V. Moorboden	VI. Kalkhaltiger Lehmboden	VII. Fruchtbarer mittlerer Lehmboden	Summa
Ungedüngt übertraf die schwache Düngung mal	1	—	—	—	—	—	—	1
Ungedüngt übertraf die starke Düngung mal	—	1	—	2	2	—	—	5
Die schwache Düngung übertraf ungedüngt um weniger als 10	1	—	3	2	2	2	3	13
Die starke Düngung übertraf ungedüngt um weniger als 10.	3	—	2	1	1	2	6	15
Düngung übertraf ungedüngt um mehr als 10	9	3	4	5	4	6	6	37
Summa	14	4	9	10	9	10	15	71

Zieht man die genannten 345 Ergebnisse, welche in Tafel A zusammengestellt sind, in Betracht, dabei berücksichtigend, dafs 69 auf ungedüngten und 276 auf gedüngten Boden Bezug haben, so ergiebt sich in ihnen, dafs ungedüngt 42 mal gedüngt übertroffen hat, freilich zumeist in den Erbsenkulturen, und dafs selbst durch die stärksten Düngungen, wie sie in der Praxis der Landwirtschaft nicht gerade häufig verabreicht werden, nur eine verhältnismäfsig sehr geringe Steigerung der Erträge stattgefunden. Dieses Versuchsergebnis wäre überhaupt unverständlich, wenn nicht die Bodenanalysen Aufklärung verschafften. Die praktische Benennung der Ackererden läfst hier vollständig im Stich. Aber auf Böden mit derartig hohem Phosphorsäure-, Kali- und Stickstoff-Gehalt, wie die Untersuchungen ihn angeben, darf man sich auch nicht wundern, wenn im übrigen die Wachstumsbedingungen günstige sind, nur eine relativ schwache Wirkung von Nährstoffzufuhren zu erhalten. Dieser Umstand, der die richtige Auslegung der Versuchsresultate in Bezug auf die Wirkung der verschiedenen Phosphate bei diesen Versuchen nun zwar aufserordentlich schwierig, ja nahezu unmöglich macht, erhöht die Bedeutung des Versuchs insofern, als er

klar und deutlich erkennen läfst, in wie hohem Grade gerade die Bodenanalyse von Wert ist für die Beurteilung der Ackerkrume.

Ich kann hier nicht unterlassen, noch einige Bemerkungen beizufügen, die vielleicht auch bei Anstellung ähnlicher Versuche von Wert sein möchten. Marek vergleicht in seinen Versuchen des zweiten Jahres, 1887 — im ersten Jahre vermifst man den Vergleich bis auf einige Fälle —, die Phosphatwirkung mit ungedüngt — wenn auch nicht in den graphischen Darstellungen — indem er die Wirkung der Thomasschlacke, nicht des ungedüngten Beetes, = 100 setzt. Um diesen Vergleich jedoch logisch richtig durchführen zu können, bedurfte es noch neben ungedüngt auf allen Bodenarten, mit denen operiert wird, der Einschiebung eines Beetes, welches die nicht unerheblichen Kalk-, Kali- und Stickstoffbeigaben ohne die Phosphorsäure erhielt. Diese Nährstoffe haben doch ohne Frage zu der Erhöhung des Ertrages gegenüber ungedüngt beigetragen und zwar obendrein mit verschiedenartigem und durchaus nicht gleichartigem Effekt auf allen Böden. Die ungetrübte Wirkung der Phosphorsäure der 4 verschiedenen Phosphate wäre nur dann korrekt ziffermäfsig zu belegen gewesen, wenn von der Differenz zwischen gedüngt und ungedüngt die in jedem einzelnen Falle ungleiche Wirkung der Kali-, Kalk- und Stickstoffgabe subtrahiert worden wäre. Da ich die Marekschen Versuche einmal in dieser Arbeit heranzog, sah ich mich genötigt, dieses einzuschalten. Im übrigen bedarf es wohl meinerseits kaum der Betonung, dafs der mit so aufserordentlichem Fleifs und Sorgfalt behandelten mehrjährigen und mit der goldenen Medaille der Liebig-Stiftung gekrönten Arbeit eine würdige Stellung in der landwirtschaftlichen Litteratur gebührt.

Diese Versuche von Marek sind auch geeignet, einen Beitrag zur Beantwortung der Fragen zu liefern, welche Thoms gelegentlich der Besprechung der Risler-Colomb-Pradelschen Arbeiten aufwirft. Er sagt zu Schlufs derselben[1]: „dafs Felddüngungsversuche mit genauen chemischen Bodenanalysen kombiniert werden sollten, bedarf keiner weiteren Begründung. Einer speciellen Bearbeitung würde der Referent überaus gern die Fragen unterworfen sehen:

1. ob Böden, die einen natürlichen Phosphorsäure-Gehalt von 4–5 pr. Mille besitzen . . . . ., noch eine Düngung mit Superphosphaten, Knochenmehl, Thomasschlacken u. s. w. in rentabler Weise auszunutzen im stande sind?
2. ob Böden mit 4—5 pr. Mille an Stickstoff . . . . . sich noch

[1] Baltische Wochenschrift für Landwirtschaft u. s. w. 1889. Nr. 23. S. 284

dankbar gegenüber einer Düngung mit Ammoniaksalzen oder Chilisalpeter erweisen?"

Thoms hat bereits seit Anfang der achtziger Jahre der chemischen Bodenanalyse das Wort geredet und im Dorpater Kreise die Untersuchung von 284 Bodenproben (142 Oberkrume, 142 Untergrund) ausgeführt.

Er fand[1] durch 48stündigen Auszug mit 10 % heifser Salzsäure in der lufttrockenen Feinerde

in 47 besten Böden	Oberkrume	0,1504 % P_2O_5
	Untergrund	0,1207 - -
in 48 Mittelerden	Oberkrume	0,1127 - -
	Untergrund	0,0847 - -
in 47 schlechtesten Böden	Oberkrume	0,0895 - -
	Untergrund	0,0667 - -

In 14 Fällen stieg der Phosphorsäure-Gehalt über 0,2 % und in einem Falle sogar auf 0,5 %.

An Kali fand Thoms bei Auszug mit 10 % warmer Salzsäure (48 Stunden digeriert) für lufttrockene Feinerde der Böden des Dorpater Kreises, dafs bei 284 Kalibestimmungen ein höchster Gehalt an K_2O von 0,556 % und ein Minimal-Gehalt von 0,03 % vorlag; bei der überwiegenden Mehrzahl schwankte der Kali-Gehalt zwischen 0,1—0,2 %. In Bezug auf den Stickstoff-Gehalt der Böden wurde gefunden in minimo 0,0155 %, in maximo 0,4—0,5 %, in der Regel wurde ein Stickstoffgehalt von 0,1—0,2 % in den Ackerkrumen angetroffen. Thoms bezeichnet nun einen Stickstoffgehalt von 0,1—0,2 % der Feinerde (< 1 mm), einen Phosphorsäuregehalt von 0,1—0,2 % der Feinerde und einen Kaligehalt von mehr als 0,1 % der Feinerde als einen für Getreidebau bei Nährstoffersatz wohl ausreichenden[2].

Als Mittel aus Ackerkrume und Untergrund führt Thoms folgende Zusammensetzung auf in Bezug auf die besten, mittleren und schlechten Böden des Dorpater Kreises[3].

---

[1] Baltische Wochenschrift für Landwirtschaft u. s. w. 1889. Nr. 23. S. 283 u. 284.

[2] Thoms, Die Ergebnisse einer Probe-Agrar- (Phosphorsäure-) Enquete. Heft VI der Berichte über die Thätigkeit der Versuchsstation Riga. 1887.

[3] Thoms, Ein Beitrag zur Bonitierung der Ackererden auf Grund chemischer und mechanischer Bodenanalysen. Erläuterungsbericht zu den von der Versuchsstation am Polytechnikum zu Riga aufgestellten Wandtafeln I und II. Land- und forstwirtschaftliche Ausstellung in Wien 1890 (Riga 1890).

Mittel aus Oberkrume und Untergrund.

	Bester Boden	Mittlerer Boden	Schlechter Boden
	%	%	%
P_2O_5	0,1352	0,0984	0,0778
K_2O	0,1622	0,1477	0,1294
CaO	0,8440	0,2398	0,2681
N	0,1193	0,1059	0,1074

Aus seinen umfangreichen Arbeiten, die in Bezug auf die praktischen Bonitierungsfragen des Ackerlandes ausgeführt worden sind, kommt nun Thoms zu folgenden wichtigen Schlüssen für jenen geologisch gleichartigen Boden (? Verwitterung von Devon oder recente Bildung?) des Dorpater Kreises:

1. Die Probeenquete hat den Beweis dafür erbracht, dafs man, was von der Wissenschaft bisher in Abrede gestellt worden ist, mit Hülfe chemischer und mechanischer Bodenanalysen Einblick in die Fruchtbarkeit vorliegender Ackererden zu erhalten im stande sei.
2. Die Höhe des durchschnittlichen Phosphorsäuregehaltes steht in ausgesprochener Beziehung zur Bodenqualität.
3. Nicht nur bezüglich des Phosphorsäuregehalts, sondern auch durch einen im Durchschnitt höheren Stickstoff-, Kali- und Kalkgehalt übertreffen die besten Böden die mittelguten und letztere die schlechtesten, wenn auch nicht in so prononcierter Weise, wie das hinsichtlich der Phosphorsäure der Fall ist.
4. Es besteht eine ausgesprochene Beziehung des durchschnittlichen Gehalts der untersuchten Böden an den ermittelten Pflanzennährstoffen zu den Fruchtbarkeitsverhältnissen dieser Böden.
5. Die die physikalischen Eigenschaften betreffenden Bestimmungen, insbesondere die Kondensationsfähigkeit für Wasserdampf, die Ammoniakabsorption, die Wasserkapacität, ferner auch die Schlämmanalyse (Verhältnis von Sand zu Thon [?]), haben bei den besten, mittelguten und schlechtesten Böden zu fast absolut übereinstimmenden Resultaten geführt. Aus den betreffenden analytischen Ermittelungen ergaben sich so-

mit, und zwar im Gegensatz zur Probeenquete, auch durchaus keine Beziehungen zur Bodenqualität. Diese auffallende Thatsache dürfte aus den abweichenden klimatischen Verhältnissen im Süden Kurlands einerseits und im Norden Livlands andererseits zu erklären sein.

6. Es ist somit kaum daran zu zweifeln, man werde durch weitere Ausdehnung der Enquetearbeiten in den Stand gesetzt werden, eine rationellere gegenüber der augenblicklich bestehenden Bonitierung der Ackererden anzubahnen oder wenigstens einen beachtenswerten Beitrag zu solchen Bestrebungen zu liefern.

Im Prinzip decken sich die Ergebnisse der Thomschen Arbeiten vollständig mit denen, welche von den bekannten französischen Gelehrten erzielt worden sind. Wenn die Grenzlinien des Stoffgehalts der Böden in ihrer Verwertung für die Kulturen verschiedenartig liegen oder nicht scharf gezogen sind, so darf das um so weniger wundernehmen, als einerseits verschiedene Untersuchungsmethoden dieselben verschieben müssen, andrerseits verschiedene klimatische und atmosphärile Verhältnisse zu ungleichartigen Ergebnissen führen.

Die Bedeutung oder besser die Beziehung der chemischen Bodenanalyse in ihrer Anwendung auf die Praxis ist nicht ohne weiteres allerorts eine überall gleichartige, sondern durch geologische, klimatische, atmosphärilische, bakteriologische und pflanzenphysiologische Verhältnisse differenziert. Hierfür will ich noch kurz einen Beitrag anführen, den ich dreijährigen eigenen Versuchsarbeiten und denen Dr. Schefflers, ausgeführt unter Leitung des Herrn Geh. Rat Prof. Dr. Kühn am landwirtschaftlichen Institut der Universität Halle a. S., entnehme[1]. Dieselben ergeben, nach einer verbesserten P. Wagnerschen exakten Versuchsmethode ausgeführt, Folgendes:

Auf einem diluvialen, sandigen, wenig humosen Lehmboden (Feinerde von unter 6 mm und bei 100° Cels. getrocknet) mit einem Gehalt von Glühverlust (exkl. N und CO_2) = 2,012 %

CO_2 = 0,090 -

N = 0,056 -

2,158 %

[1] J. Kühn, Berichte aus dem physiologischen Laboratorium und der Versuchsanstalt des landwirtschaftlichen Instituts der Universität Halle. Heft VII S. 1—91; Heft VIII S. 21—47. 48—68. 113—168. — Deutsche landwirtschaftliche Presse 1889. Jahrgang XVI. Nr. 45 u. 46. Dr. Wohltmann, Über den Wert der Bodenanalysen.

und löslich in heifser 20 % Salzsäure:

P_2O_5	0,113 %
K_2O	0,216 -
CaO	0,255 -
Fe_2O_3	1,565 -
Al_2O_3	0,620 -

wurde geerntet an Gesamternte (ungedüngt = 100 gesetzt) bei folgenden Niederschlags- und Temperaturverhältnissen während der Zeit vom 23. April bis ultimo Juli:

(Siehe Tabelle S. 224 u. 225.)

Diese Zahlen sind nur unter Berücksichtigung der Bodenanalysen richtig zu deuten. Man würde einen grofsen Irrtum begehen, wollte man behaupten: „auf diluvialen, sandigen, wenig humosen Lehmböden sind Phosphorsäure- und Kalidüngungen für Erbsen- und Gerstekulturen resultatlos, auf Weizenkultur können sie einen wenn auch vermutlich nur sehr minimalen Effekt ausüben, und bei Haferkultur ausschliefslich ist ihnen eine Erhöhung des Ertrages zuzuschreiben; ferner Stickstoffdüngung erhöht auf genannten Böden nur die Erträge der Cerealien wesentlich, die der Erbsenkultur unwesentlich." So würde nämlich das Versuchsergebnis auszulegen sein, liefse man die Bodenanalyse aufser acht, während doch auf der Hand liegt, dafs an Phosphorsäure und Kali ärmere, wenig humose, sandige Lehmböden, auch wenn sie diluvialer Natur und äufserlich dem genannten Versuchsboden noch so ähnlich erscheinen, ganz andere Ergebnisse gebracht haben würden.

Es zeigt sich also auch hier, ebenso wie bei den Marekschen Versuchen, dafs man bei Düngungsversuchen die Bodenanalyse zur richtigen Deutung des Versuchsergebnisses nicht entbehren kann. Und dasselbe ist auch nachgerade in der Praxis der Fall. Beschränken sich doch einsichtige Landwirte, wenn es zu pachten und zu kaufen gilt, nicht mehr darauf, vermittelst der geologischen Landeskarte Aufschlufs über die geologische Natur des bezüglichen Grund und Bodens zu gewinnen, sondern sind vielmehr bestrebt, auch über den Gehalt des Bodens an kohlensaurem und schwefelsaurem Kalk und in manchen Fällen auch an Phosphorsäure und Kali Gewifsheit zu erhalten. Es kann für den Käufer oder Pächter eines Landgutes nicht gleichgültig sein, ob im Laufe einer Periode von 18 Jahren zweimal oder überhaupt nicht Kälkung des gesamten Areals erforderlich ist, und ob die Zusammensetzung des Bodens nur einen Ersatz der Nährstoffe Kali und Phosphorsäure beansprucht, oder ob über denselben hinaus in animalischer oder künstlicher Düngung Nährstoffe zu verabreichen sind, oder ob vielleicht noch nicht einmal ein Ersatz für eine Reihe

Die meteorologischen Beobachtungen 1886 und 1887, berechnet im Mittel pro Tag während der Vegetationsmonate April, Mai, Juni, Juli.

	Barometerstand		Thermometerstand °Celsius Notierung ½9 Uhr morgens																								Regen		
			Über der Erde 10 cm						Auf der Erde												In der Erde								
									Brache						Beschattet						Tiefe								
	mm		½9 Uhr		Maxim.		Minim.		½9 Uhr		Maxim.		Minim.		½9 Uhr		Maxim.		Minim.		¼ m		½ m		1 m		mm		
	1886	1887	1886	1887	1886	1887	1886	1887	1886	1887	1886	1887	1886	1887	1886	1887	1886	1887	1886	1887	1886	1887	1886	1887	1886	1887	1885	1886	1887
Per Tag																													
April (7 Tage)	756,6	756,0	11,6	13,2	23,6	27,0	—	5,0	13,5	14,9	25,0	28,9	0,9	4,9	—	—	—	—	—	—	11,7	9,6	11,2	9,0	9,0	7,1	0,36	0,30	3,29
Mai	757,2	751,6	15,8	12,1	25,0	19,5	—	6,6	18,4	13,7	26,9	24,1	5,9	6,1	—	—	—	—	—	—	13,9	11,2	13,5	11,3	11,1	10,0	1,06	3,09	2,05
Juni	751,4	760,0	17,9	18,6	26,9	26,9	—	9,8	21,3	22,3	32,1	35,6	10,4	9,9	16,0	18,4	23,2	29,7	10,7	10,5	16,6	17,1	16,6	16,5	14,8	13,7	2,86	2,19	1,15
Juli	756,0	759,7	19,9	21,0	28,6	31,1	—	12,1	22,4	23,8	35,4	38,6	12,0	13,0	17,2	20,0	23,0	26,1	13,2	14,2	17,6	19,3	17,7	18,7	15,5	16,1	1,69	2,70	1,96
Im Mittel pro Tag der Monate Mai, Juni Juli	755,9	758,2	17,9	17,3	26,9	25,8	—	9,5	20,7	19,9	31,5	32,8	9,4	9,7	16,7	19,2	23,1	27,9	12,2	12,4	16,0	15,9	15,9	15,5	13,8	13,8	1,86	2,66	1,73
Differenz	—	+2,3	—	−0,6	—	−1,1	—	—	—	−0,8	—	+1,8	—	+0,3	—	+2,5	—	+4,8	—	+0,2	—	−0,1	—	−0,4	—	−0,5	+0,13	+0,93	—

Ernteergebnisse (Gesamterntemasse)	Gerste				Weizen				Hafer				Erbsen			
	1885	1886	1887	im Mittel	1885	1886	1887	im Mittel	1885	1886	1887	im Mittel	1885	1886	1887	im Mittel
ungedüngt	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
N gedüngt (64 kg pro Hektar.)	128	226	126	160	112	195	107	138	119	188	126	144	101	115	107	108
P_2O_5 gedüngt (98 kg pro Hektar.)	100	107	98	102	98	108	102	103	100	122	103	108	91	100	104	99
K_2O gedüngt (108 kg pro Hektar.)	92	93	102	95	99	103	107	103	100	125	106	111	95	104	99	99
$N + P_2O_5 + K_2O$ gedüngt (21 kg N, 32 kg P_2O_5, 35 kg K_2O), also zu 1/3 der Maximaldosis.	107	142	—	—	105	152	—	—	113	152	—	—	98	101	—	—
	124				128				132				99			

Es wurde verabreicht N in Form von salpetersaurem Natron, P_2O_5 in Form von Superphosphat, K_2O in Form gereinigten schwefelsauren Kalis.

von Jahren angezeigt ist — wie z. B. in mit Phosphorsäure übermäfsig angereicherten Rübenwirtschaften —, um die höchste Rente zu erzielen.

Nun vollends sind die Bodenanalysen von unersetzlichem Werte in unkultivierten Gegenden, in denen es gilt, Plantagenwirtschaft einzurichten, zumal wenn über die geologische Natur derselben wenig zuverlässiges und in Bezug auf den Nährstoffreichtum des Bodens wenig deutungsfähiges Material vorliegt.

Auch hierfür vermag ich aus meiner eigenen Erfahrung ein drastisches Beispiel vorzubringen, auf das ich bei der grofsen Bedeutung dieses Gegenstandes nicht verzichten möchte. In der Kolonie Dona Franciska, welche, wie oben schon einmal erwähnt, 1849 in Südbrasilien gegründet wurde, vermifste man auf den in Kultur genommenen Ländern schon seit einer Reihe von Jahren jenen Grad der Produktionsfähigkeit, durch welchen sich jungfräuliche Böden und zumal in Amerika schier unverwüstlich auszuzeichnen pflegen. Bei dem dortigen feuchten Klima und den doch verhältnismäfsig günstig verteilten Regenmengen (bis 2200 mm pro Jahr) und sonstigen klimatischen Vorteilen — abgesehen von kleinen, mehr zeitweisen und rein lokalen Unbilden — bei der äufserlich so günstigen Beschaffenheit und der Thätigkeit des Ackerbodens, mufste es mich um so mehr wundern, dafs mir überall, wo ich Kolonisten ansprach — nachdem das Land kaum zehn Jahre in Kultur genommen — die Antwort bereits zu teil wurde: ohne Mist will es nicht wachsen. Ackerbauer, welche eine grofse Fläche Wald gefällt und urbar gemacht, liefsen ungefähr nach genanntem Zeitraum $^1/_2$—$^1/_3$ des Bodens unbebaut liegen, wiederum zu Busch und Wald (Capoeira) verwildern und begnügten sich mit der Bestellung einer kleineren Fläche, zu der die kleine Viehhaltung den Dung zu liefern vermochte. Die Brasilianer des Landes huldigen daselbst ganz allgemein dem System der Waldbrand- oder Capoeirawirtschaft und nehmen den Waldboden stets nur für wenige Ernten in Kultur, solange die Asche des niedergebrannten Waldes oder in den späteren Zeiten des niedergebrannten Busches der Pflanzung Nahrung gewährt. Infolgedessen bot der Ackerbau sowohl im Unterlande wie im Oberlande von Dona Franciska im allgemeinen einen wenig erfreulichen Anblick, der mich, als ich die ganze grofse Kolonie kennen gelernt, auf das äufserste enttäuschte. Vermochte doch diese Ackerbaukolonie noch nicht einmal nach vierzigjährigem Bestehen die eigenen Lebensmittel zu produzieren und war in dieser Beziehung bei dem Import von Mehl auf Deutschland und dem Bezug von Mais auf Argentinien und Blumenau angewiesen. Zuckerrohr und Mais vornehmlich versagten schon nach

kurzer Zeit des Anbaues, und die Kulturen des Kaffeestrauches (Coffea arabica) boten, zumal die älteren, oft einen über alle Mafsen traurigen Anblick.

Es lag nun wohl die Frage nahe, ob unter diesen Verhältnissen der Mangel irgend eines Nährstoffes oder auch mehrerer die Schuld an dem geringen Erfolge der Agrikultur trug. Aber sie war niemals präcisiert worden, und trotzdem sich manche auch wissenschaftlich ausgebildete Landwirte in der ca. 20000 Seelen zählenden Kolonie befanden, war während der ganzen Zeit des vierzigjährigen Bestehens der Kolonie auch nicht einmal der Versuch einer Bodenanalyse gemacht, um zu sehen, wieviel Nährstoffe im Boden mangelten und speciell welche, oder ob der Gehalt des Bodens an denselben genügte.

Da die chemische Einrichtung, welche ich mitführte, eine vollständige Bodenuntersuchung nicht zuliefs, mufste ich die aufgenommenen Bodenproben nach Deutschland senden und mich damit begnügen, die Gewässer der Kolonie, soweit dieses möglich, zu untersuchen. Dabei wurde unter anderm ermittelt, dafs in 41 Flüssen, Bächen und Brunnen der Kolonie sich nur 3 Gewässer befanden, welche über 0,2 g eingetrockneten Rückstand in 1 Liter Wasser hinterliefsen, in 12 Fällen betrug derselbe nicht einmal 0,1 g pro Liter, und setzte sich der Rückstand gemeiniglich zu gegen 30 % und darüber bis zu 80 % aus organischer Substanz zusammen. Der Härtegrad der 41 Gewässer betrug im Mittel 1, in 21 Fällen erreichte er kaum ½ oder blieb noch weit dahinter zurück, in 2 höchsten Fällen betrug er 9,6 beziehungsweise 5,0. Dieser Umstand liefs schon mit Sicherheit auf einen grofsen Kalkmangel in der ganzen Kolonie schliefsen, und die Bodenanalysen bestätigen ihn. Dieselben ergaben in Bezug auf CaO und MgO, P_2O_5 und K_2O folgende Zusammensetzung in salzsaurem kaltem Auszuge (48 Stunden) bezogen auf Feinerde, bei 125° getrocknet[1]:

Kolonie Dona Franciska	CaO	MgO	P_2O_5	K_2O
Rot- und Gelberden. Unterland.				
I. Karnops, Berg	0,021	0,108	0,055	0,021
II. Jaraguá, Urwaldboden (jungfräulicher, frischgebrannt)	0,062	0,455	0,069	0,033
III. Itapocú, Urwaldboden (jungfräulicher, frischgebrannt)	0,041	0,035	0,045	0,052
IV. Itapocú, Urwaldboden	0,101	0,496	0,050	0,043
V. Itapocú, Urwaldboden. Oberkrume	0,082	0,460	0,080	0,084
- - Untergrund	0,040	0,390	0,060	0,062

[1] Vgl. das über diese Böden früher Mitgeteilte S. 165. 171. 172 u. 183.

		CaO	MgO	P_2O_5	K_2O
	Lehmboden. Unterland.				
VI.	Cubatão Thal	0.120	0,360	0,060	0,030
VII.	Inselstraſse	0.210	1,010	0.140	0.110
VIII.	Dr. Dörffels Berg	0,021	0,020	0,034	0,030
IX.	Katharinenstraſse	Spuren		0,017	0,012
	Lehmboden. Oberland.				
X.	Bismarckstraſse	0,040	0,043	0,060	0,057
XI.	Humboldtstraſse	0,028	0,386	0,120	0,063
XII.	Rio Negro-Straſse	0,116	0,744	0,072	0,287
	Kampboden. Oberland.				
XIII.	Kirchhofs-Berg	0,101	0,060	0.054	0,045
XIV.	Oxford	0,062	0,096	0,043	0,062
XV.	Serra-Straſse	0,082	0,066	0,038	0,029

Ein Blick auf diese Zusammenstellung genügt, um sofort zu erkennen, daſs man es nahezu in der ganzen Kolonie[1] mit ausgesprochen nicht nur kalk-, sondern auch phosphorsäure- und kaliarmen Böden zu thun hat, und daſs man sich nicht im geringsten verwundern darf, wenn schon wenige Jahre nach dem Waldbrand die Nährkraft des Bodens vollständig versagt. Hier handelt es sich nicht nur darum, eine rationelle Nährstoffersatzwirtschaft einzurichten und sofort bei Beginn der Kultur auf dieselbe Rücksicht zu nehmen, sondern auch, wenn irgend möglich, dem Boden die mangelnden Stoffe im Überschuſs zur Verfügung zu stellen, dann erst vermag die Landwirtschaft die sonstige Güte der pflanzlichen Produktionsfaktoren daselbst auszunutzen.

Dieses klar gestellt und damit die ganze Landwirtschaft in Dona Franciska in andere Bahnen geleitet zu haben, welche hoffentlich dem Kolonisten aus seiner zur Zeit meist recht traurigen wirtschaftlichen Lage aufhelfen, ist ausschlieſslich das Verdienst der Bodenanalyse, nachdem vierzig Jahre vergeblich nach dem speciellen Grund gesucht war, weshalb die dortige Kolonisation und die Landbevölkerung nicht vorwärts kam, und nachdem jahrzehntelang Arbeitskraft, Fleiſs, Mühe und Lebenszeit nahezu vollständig unnütz geopfert waren, und das in einem Lande, welches man das Paradies des ewigen Frühlings nennt! Ich bin überzeugt, wenn man in derselben Weise nach dem mangelnden Fortschritt so vieler Kolonieen Südbrasiliens forschte, man die gleichen Ursachen zu Tage fördern würde, deren unterlassene Abstellung in Dona Franciska die kritische Lage der Landwirtschaft zum

[1] Die Ländereien der Inselstraſse liefern vorzügliche Ernten, auch die der Rio Negro-Straſse befriedigen.

großen Teil verschuldet. Aber ich glaube auch, daſs wenn das letztere mit apodiktischer Gewiſsheit nachgewiesen ist, der chemischen Bodenuntersuchung für die Zukunft die gröſste Beachtung zukommt. aber nicht nur in neuen Kulturländern, sondern auch in den alten. Die Zukunft wird es lehren[1]!

Nachdem ich also meinen Standpunkt in dieser Frage dargethan, gehe ich zu der Aufgabe, die chemische Zusammensetzung der tropischen Böden zu besprechen, über. Wir wollen zuerst die anorganischen Stoffe betrachten.

Bei der Besprechung des Kulturwerts des Lateritbodens, der Schwarzerde etc. ist bereits von der chemischen Zusammensetzung der Erden die Rede gewesen. Es wurde dort gezeigt, daſs Verwitterungsböden in primärer Lagerung und solche sekundär durch Gewässer umgelagert, im allgemeinen je nach der Dauer der Verwitterungsprozesse ausgelaugt, arm an Alkalien sind. Auch der Kalk pflegt leicht der Auswaschung zu unterliegen, und nur die Magnesia ist von gröſserer Resistenz gegen dieselbe. Ebenso ist die Phosphorsäure wegen ihrer schwer löslichen Verbindungen mit Thonerde und Eisen dem Auszuge nur in sehr geringem Maſse ausgesetzt, wie ja auch die Drainwasseranalysen der Kulturböden der gemäſsigten Zonen lehren; dahingegen sind Schwefelsäure- und Chlorverbindungen wiederum leicht durch Gewässer dem Boden zu entziehen. Die Thonerde bleibt auch in tropischen Böden zumeist in solchen Mengen zurück, daſs sie vollständig den geringen Ansprüchen der Pflanze nach diesem Stoffe genügen, und von der Kieselsäure bedarf es dieser Erwähnung wohl kaum. Durch welche Gründe eine relative Anreicherung von Eisenverbindungen in der Oberkrume des Bodens häufig in tropischen Böden bedingt ist, habe ich oben bereits erörtert.

Über den Nährstoffgehalt des tropischen Bodens entscheidet, wie im gemäſsigten Klima, in erster Reihe die Zusammensetzung des Muttergesteins, für welches dort wie hier dieselben Regeln gelten, in zweiter Reihe die Auslaugungsprozesse, deren Dauer und Intensität von der gröſsten Wichtigkeit ist, zu dritt die Art der sekundären Bodenbildung, ob dieselbe auf marinem oder brackigem oder alluvialem oder fluviatilem oder imbrischem oder lagunenhaftem oder äolischem oder vegetabilem Wege entstanden. Alluviale und vornehmlich äolische

[1] Es ist mit groſser Freude zu begrüſsen, daſs am 16. September 1889 auf den Verhandlungen des Verbandes landwirtschaftlicher Versuchsstationen im Deutschen Reiche auf Antrag von E. von Wolff eine ständige Kommission, bestehend aus den Herren Prof. Emmerling, Fleischer, Hellriegel, Wagner, von Wolff, für die Bodenanalyse gewählt worden ist. Vgl. Landwirtschaftliche Versuchsstationen 1890. Bd. XXXVII S. 53.

Gebilde pflegen den vielseitigsten Nährstoffgehalt aufzuweisen, weil sie das bodenbildende Material weit und von dem verschiedensten Gestein hergeholt und in feinster reichhaltigster Mischung darbieten. Hat dann noch vegetabiles Leben zu diesen Ablagerungen beigetragen, so läfst die Zusammensetzung des Bodens gemeiniglich ebensowenig für den Landwirt zu wünschen übrig, wie diejenige der Verwitterungsprodukte von Basalten und neovulkanischen Gesteinen, vor welchen jene gemeiniglich jedoch noch den Vorzug einer tieferen Ablagerung und einer gröfseren wasserhaltenden Kraft des Untergrundes behalten.

Der Stickstoffreichtum des Bodens hat in den Tropen nicht dieselbe hohe Bedeutung wie in der gemäfsigten Zone, weil die Atmosphärilien dem Boden der Tropenländer in weit höherem Grade Verbindungen dieses Stoffes zuführen, als dieses z. B. in Deutschland der Fall ist. Diese Thatsache ist bereits früher gestreift worden und wird im Folgenden noch besonders erklärt werden müssen.

Man ist nun geneigt, aus dem relativen Mangel sogenannter humoser Bodenarten und insbesondere beim Anblick eines rötlichen oder hellgelb gefärbten Bodens, wie ihn z. B. die Terra roxa oder der Lateritlehm darstellt, auf einen äufserst dürftigen Humus- und auch wohl mäfsigen Stickstoffgehalt des Bodens vieler Tropenländer zu schliefsen. Dieser Schlufs ist jedoch durchaus nicht immer zutreffend! Die brasilianischen Rot- und Gelberden, welche ich mit Angabe ihrer Färbung auf Seite 165 vorführte, zeigten einen geradezu auffälligen hohen Stickstoffgehalt, und die Terra roxa de casa branca, welche in Paris von Aubin analysiert wurde, besitzt einen Gehalt an Stickstoff — 0,8 % —, der fast zu Zweifeln an der Sorgfalt der Untersuchung Veranlassung giebt. Selbst die fruchtbarsten Schwarzerden von Südrufsland und Texas und die Weiden von Manitoba mit einem Stickstoffgehalt von 0,4—0,6 % sowie die von mir aufgeführten Kampböden des brasilianischen Hochlandes mit einem Humusgehalt von 11 % und darüber und Stickstoffgehalt von ca. 0,3 % erreichen jene Höhe des Stickstoffgehalts der Terra roxa de casa branca nicht

Es wurde früher bereits, Seite 169, darauf verwiesen, konnte daselbst aber nicht weiter erörtert werden, dafs der Humusgehalt der Rot- und Gelberden sehr häufig durch rote Eisenfärbung verdeckt ist. Und in der That sind derartige Böden häufig weit reicher an organischer Substanz als der äufsere Anschein zu erkennen giebt. In den Rot- und Gelberden aus Dona Franciska, welche Seite 165 aufgeführt sind, wurde trotz ihrer hellgelben oder gelblichen Färbung bei No. II, III, IV, V a und b an organischer Substanz + chemisch geb. H_2O ermittelt 10,8, 7,5, 5,5, 8,5 und 7,2 %. Bringt man davon das an

Thonerde und Eisen vornehmlich gebundene Hydrat in Abrechnung, was sich in den einzelnen Fällen auf ca. 3 % beziehungsweise 2 % berechnen läfst, so verbleibt als Rest organischer Substanz immerhin noch ca. 7,8 %, 5,3 %, 3,5 %, 6,5 % und 5,2 %, Mengen, wie sie unsere humosen eisenärmeren Lehmböden nicht höher aufzuweisen haben. Ähnlich bis auf einen Fall (No. II) ergeben sich die Rechnungen, welche man an den von Dr. Dafert aufgeführten Bodenarten (Seite 166 u. 167) unternimmt.

Diese Erscheinung läfst sich nicht anders erklären, als dafs die roten und gelben Eisen- und Thonerdeverbindungen, welche ja reichlich vorhanden, die organischen Partikelchen, sobald sie einen bestimmten Feinheitsgrad der Zersetzung erlangt, inkrustieren und vor weiterer Zersetzung und infolge der Gewichtsvermehrung vor Entführung durch Gewässer mehr oder minder bewahren.

Wird nun schon durch die also bewirkte Zurückhaltung der organischen Substanz in eisen- und thonreichen Böden der hohe Stickstoffgehalt derselben verständlich, so erklärt sich derselbe ferner noch aus der grofsen Absorptionsfähigkeit, welche denselben innewohnt und besonders in den Tropen zur Geltung kommt. Die sorgfältigen Forschungen Knops und vieler andrer auf diesem Gebiete[1] haben bereits zur Genüge dargethan, welche grofse Bedeutung der Gehalt des Bodens an Eisen- und Thonerdehydrat für die Ammoniakabsorption besitzt, und wie sehr ein solcher im stande ist, die absorptionsfähigen Funktionen des Humus zu ersetzen oder ergänzend einzutreten, wo Humus ganz oder teilweise fehlt; dafür scheinen die früher aufgeführten Analysen einen sehr lehrreichen Beleg zu geben. Nach Knop ist auch die phosphorsaure Talkerde entschieden im stande, Stickstoff in Form von im Wasser fast unlöslicher Ammoniaktalkerde zu binden, und dieser Umstand mag mit dazu beitragen, dafs die rötlichen und gelben Verwitterungsprodukte der Basalte wie der meisten neovulkanischen Gesteine mit ihrem hohen Magnesia- und Apatitgehalt einen so ausnehmend hohen Stickstoffgehalt in den meisten Fällen aufweisen. Es gehen daher die grofsen Mengen Stickstoffgase, welche aus der Zersetzung der organischen Substanzen resultieren und als gebundener Stickstoff gerade die Atmosphäre der Tropen anschwängern, der Ackerkrume, wenn sie eisen- und thonerdehydrathaltig genug ist, nicht verloren, und ein geringer Humusgehalt, wo solcher wirklich und nicht nur scheinbar — verdeckt durch rötliche Färbung — vorliegt,

[1] Knop, Bonitierung der Ackererde. II. Aufl. 1872. S. 33 ff. — Dr. Robert Sachsse, Lehrbuch der Agrikulturchemie. 1888. S. 163 ff.

giebt, wenn man von der physikalischen Bodenverbesserung der Humussubstanzen absieht, zu keiner Besorgnis um die Entwicklung der Kulturpflanzen Veranlassung. Wenn irgendwo die Liebigsche Mineral- und Düngungstheorie noch einmal in ihrer nacktesten Form hervorgeholt werden darf, so ist es in den Tropenländern!

Zur Vervollständigung dieses Abschnittes sei noch eine kleine Reihe von chemischen Bodenanalysen aus Tropenländern vorgeführt mit, wo immer es möglich, Bezugnahme auf die Kulturen, welche den betreffenden Böden entsprechen. Nicht immer sind die Angaben derart, dafs sich dieses ersehen läfst. Dafs die chemischen Bodenanalysen allein nicht genügen, um über die Produktionsfähigkeit einer Ackererde Aufschlufs zu geben, sondern nur einseitige Aufklärung gewähren, ist wohl kaum nötig hier noch ausdrücklich hervorzuheben.

Zunächst ist noch nachzuholen, dafs jene Böden aus Dona Franciska, deren chemische Untersuchung ich aufführte, vornehmlich der Produktion folgender Kulturpflanzen dienen:

Im Unterlande

Mais (Zea mais), Kaffee (Coffea arabica), Zuckerrohr (Saccharum officinarum), Reis (Oryza sativa), Tabak (Nicotiana tabacum), Orangen (Citrus vulgaris und Limonum), Mandioka (Mandioca utilissima) Aypi (Mandioca Aipi), Ararut (Maranta arundinacea), Yams (Dioscorea alata), Tarro (Arum esculentum), Bataten (Batatas edulis), Mangariten (Caladium sagittaefolium), Bananen (Musa sapientum).

Auf dem Hochlande

Mais (Zea mais), Roggen (Secale cereale), Erbsen (Pisum sativum), schwarze Bohnen (Phaseolus vulgaris), Gerste (Hordeum distichum), Flachs (Linum usitatissimum), Kartoffeln (Solanum tuberosum), Bataten (Batatas edulis) und dergleichen.

In São Paulo, auf welches sich die Dafertschen Bodenanalysen bezogen, werden vornehmlich Kaffee, Zuckerrohr und Mais, ferner schwarze Bohnen und Reis kultiviert. Auf dem Regur Indiens, von welchem einige Analysen gebracht sind, nimmt die Baumwollenstaude (Gossypium herbaceum) die vornehmlichste Stellung unter den Kulturpflanzen ein.

Chemische Bodenuntersuchungen tropischer Böden sind in der Litteratur nur sehr sparsam und zerstreut vorhanden, trotz eifrigster und viele Zeit beanspruchender Durchsicht derselben gelang es nur, jene beschränkte Zahl zusammenzustellen, welche folgt, beziehungsweise auf welche verwiesen ist.

1[1]. Baumwollerden auf Sea Island, Küstenstreifen von Georgia, Südcarolina und Florida, ein Gemisch von dunkelgrauem Sand und kohlenstaubartigem Humus

SiO_2	=	92,040 %
Al_2O_3	=	1,500 -
Fe_2O_3, Mn_2O_3	=	1,800 -
CaO	=	0,390 -
MgO	=	0,370 -
P_2O_5	=	Spuren
K_2O	=	1,000 -
Na_2O	=	0,500 -
Organische Stoffe	=	2,400 -
		100,000

2[2]. Chinesischer Theeboden

SiO	=	67,5 %
Al_2O_3	=	18,0 -
Fe_2O_3	=	6,5
$CaCO_3$	=	2,0 -
$MgCO_3$	=	3,0 -
K_2O	=	—
Na_2O	=	—
Organische Substanz	=	1,0 -
Feuchtigkeit	=	2,0 -

3[2]. Japanischer Theeboden

SiO_2	=	53,0 %
Thon	=	22,0 -
Fe_2O_3	=	9,0 -
$Mn_2O_3 + MgO$	=	0,5 -
$CaSO_4$	=	0,5 -
P_2O_5	=	Spuren
Humus	=	1,00 -
Feuchtigkeit	=	14,00 -

4. Indischer Theeboden (Cachar)

Al_2O_3	=	6,890 %
Fe_2O_3	=	3,150 -
CaO	=	0,152 -
MgO	=	0,403 -

[1] Semler, Die tropische Agrikultur. Bd. III. S. 545.
[2] Semler, Die tropische Agrikultur. Bd. I. S. 499 u. 500.

K_2O	=	0,009 -
Na_2O	=	0,002 -
P_2O_5	=	0,071 -
Sand und Thon	=	82,740 -
Wasser	=	1,180 -
Organische Substanzen	=	5,450 -

5. Reisboden des Delta des Irrawaddi in der Nähe von Rangun [1]

Löslich in H Cl	I. Bebauter Boden	II. Jungfräulicher Boden
$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	8,939 %	7,179 %
CaO	Spuren	0,131 -
MgO	0,469 -	0,677 -
P_2O_5	0,100 -	0.108 -
K_2O	0,138 -	0,187 -
Na_2O	0,136 -	0,337 -
SO_3	0,025 -	0,117 -
SiO_2	—	0,005 -
Organische Substanz	4,590 -	8,508 -

Zuckerrohrböden [2], analysiert von Dr. Phipson:

	I. in Jamaica (neue Kultur)	II. in Demerara (15 Jahre in Kultur)
SiO_2 u. unlösliche Silikate	48,45 %	68,89 %
Al_2O_3	13,80 -	2,50 -
Fe_2O_3	6,72 -	2,60 -
CaO	0,99 -	0,08 -
MgO	0,29 -	0,25 -
P_2O_5	0,10 -	0,03 -
K_2O	0,11 -	0,10 -
Na_2O	0,70 -	0,09 -
SO_3	0,30 -	0,03 -
Cl	0,51 -	Spuren
$Mn_2O_3 + CO^2$ . . .	0,42 -	0,68 -
Organische Stoffe + H_2O	15,36 -	18,72 -
Feuchtigkeit	12,25 -	6,03 -
N	0,31 -	0,05 -

[1] Semler, Die tropische Agrikultur. Bd. III. S. 18 ff.
[2] Semler, Die tropische Agrikultur. Bd. III. S. 230.

Reicher Zuckerrohrboden[1] von der Insel Luzon, Philippinen, analysiert von Harland:

SiO_2	53,39 %
Al_2O_3	13,16 -
Fe_2O_3	4,80 -
Mn_2O_3	0,10 -
CaO	1,60 -
MgO	0,42 -
Pe_2O_5	0,25 -
K_2O, Na_2O, Cl	1,14 -
SO_3	0,09 -
CO_2	Spuren
Organische und flüchtige Stoffe	25,05 -

(Siehe Tabelle S. 236.)

„A, B und C stellen Böden von benachbarten Feldern einer Besitzung dar. A war 5 Jahre unter Kultur, C etwa 10—15 Jahre und B ungefähr 60 Jahre. D und E stammen von benachbarten Plantagen, von der vorigen weit entfernt, die 20 bis 25 Jahre in Betrieb waren. F ist jungfräulicher, mit Farren bestandener Boden, auf dem versuchsweise Zuckerrohr angepflanzt werden sollte. Wenn getrocknet, brennt dieser Boden wie Torf. G und H stammen von Plantagen, die nur durch einen 100 Fufs breiten Kanal getrennt sind. G stellt einen erst unter Kultur genommenen Boden dar, H war etwa 15 Jahre bebaut. I und K stellen den Durchschnittsboden von Barbados dar. L ist eine Probe des roten Thonbodens, der in Queensland sehr geschätzt ist."

Roterde aus Paraguay[2] (sandiger Boden), untersucht von J. König und J. Kiesow:

		I	II
löslich in heifser Salzsäure	Al_2O_3	1,370 %	0,612 %
	Fe_2O_3	0,875 -	0,457 -
	MnO	0,149 -	0,097 -
	CaO	0,355 -	0,183 -
	MgO	0,065 -	0,036 -
	P_2O_5	0,022 -	0,023 -
	K_2O	0,110 -	0,104 -
	Na_2O	0,160 -	0,060 -
	Humus	0,40 -	0,63 -

[1] Semler, Die tropische Agrikultur. Bd. III. S. 234.

[2] Annalen der Landwirtschaft in Preufsen 1873 S. 76.

Zuckerrohrböden in: (Semler, Die tropische Agrikultur. Bd. III S. 332.)	Demerara							
	A	B	C	D	E	F	G	H
Feuchtigkeit	26,00	23,00	26,70	14,12	25,00	13,88	22,64	16,00
Organische Stoffe mit Wasser	5,90	5,30	8,60	6,17	8,86	32,39	7,06	7,88
Kieselsäure und kieselsaures Alumin	61,68	64,44	58,02	68,08	57,49	46,50	68,00	68,22
Kalk	0,64	0,11	0,47	0,17	0,28	0,48	0,45	0,25
Magnesia	0,50	0,36	0,50	0,37	0,36	0,30	0,31	0,30
Schwefelsäure	0,01	Spuren	0,01	0,16	0,04	0,04	0,20	0,12
Phosphorsäure	0,08	0,05	0,19	0,07	0,09	0,03	0,16	0,10
Kali und Natron	0,11	0,10	0,12	0,54	0,26	0,24	0,30	0,10
Chlor	Spuren	0,02	0,01	—	0,01	0,06	0,05	Spuren
Eisenoxyd, Mangan, Alumin	5,08	6,62	5,68	10,32	7,61	6,08	0,83	7,06
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Zuckerrohrböden in:	Barbados		Queensland
	I	K	L
Feuchtigkeit	19,00	13,00	23,10
Organische Stoffe mit Wasser	9,11	10,50	12,56
Kieselsäure und kieselsaures Alumin	65,00	60,00	41,42
Kalk	0,22	0,30	0,56
Magnesia	0,30	0,47	0,26
Schwefelsäure	0,03	0,03	0,04
Phosphorsäure	0,07	0,06	0,06
Kali und Natron	0,10	0,16	0,20
Chlor	Spuren	Spuren	0,02
Eisenoxyd, Mangan, Alumin	6,14	15,48	21,78
	100,00	100,00	100,00

Laterit vom Kongo[1], 2 Varietäten, I braun, II rot, aufgenommen von Chavanne, untersucht von C. Klement (ein Detritus krystallin. Schiefer)

	I.	II.
SiO_2	63,08 %	52,92 %
Al_2O_3	2,30 -	4,13 -
Fe_2O_3	27,65 -	36,26 -
FeO	0,52 -	0,29 -
CaO	0,57 -	0,19 -
MgO	0,41 -	0,07 -
K_2O	0,06 -	0,04 -
Na_2O	0,19 -	0,08 -
P_2O_5	1,22 -	0,51 -
SO_3	0,27 -	0,29 -
Cl	0,13 -	0,08 -
H_2O	4,71 -	6,16 -

Über die Zusammensetzung des vulkanischen Bodens in Deli (Sumatra), in Malang (Java) und des Flufsthonbodens in Rembang (Java), welche für die Tabakkultur benutzt werden, giebt Professor J. M. van Bemmelen-Leiden sehr ausführliche Analysen[2].

(Siehe Tabelle S. 238—242.)

Zu Schlufs dieser Aufführung erübrigt noch, darauf zu verweisen, dafs Dr. M. Fesca in seiner oben bereits citierten Schrift eine sehr grofse Anzahl japanischer Bodenanalysen aufgeführt hat, welche als Repräsentanten speciell der subtropischen Böden gleichfalls verdienten hier wiedergegeben zu werden. Wenn ich von einer Aufführung derselben hier absehe, so geschieht es nur, um diese Arbeit nicht unnötigerweise anschwellen zu lassen. Ich verweise daher ausdrücklich auf jene Arbeit von Fesca, welche für diese Betrachtungen um so wertvoller, als ihre Quelle der zuverlässigsten eine ist und das Untersuchungsmaterial auch geologische Bearbeitung erfahren hat.

Auch Dr. E. von Wolff bringt in seiner „Systematischen Zusammenstellung der Aschenanalysen“[3] eine kleine Reihe Analysen tropischer und subtropischer Böden, so speciell von Baumwoll-, Tabak- und Theekulturen (II. Teil Seite 54, 55, 56, 57 und 67) und zwei Analysen von Pampasböden (II. Teil Seite 106). Leider ermangeln diese specieller Angaben. Gleichwohl sei hier auf dieselben verwiesen.

[1] Jahresberichte über die Fortschritte der Chemie, begründet von J. Liebig und H. Kopp, für 1886. Herausgegeben 1890. II. Teil. S. 2313.

[2] J. M. van Bemmelen-Leiden, Die Landwirtschaftlichen Versuchsstationen. Bd. XXXVII. 1890. S. 257—278.

[3] I. Teil. Berlin 1871. II. Teil. Berlin 1880. (Verlag von Wiegandt, Hempel & Parey.)

I. Rotbrauner vulkanischer Thon aus Deli I, ca. 50 Meter über dem Meere, Verwitterungsprodukt vulkanischer Asche.

(Schwefelsäure — trocken.)

Gelöst von	Bestandteile des kolloïdalen Silikats und Humats.						Summa der Bestandteile	Durch Fluorwasser gelöst
	Verdünnte Essigsäure kalt 1 auf 5	Verdünnte Salzsäure von 6 % bei 50° (½ Stunde)	Verdünnte Salzsäure von 6 % bei 100° (½ Stunde)	Verdünnte Salzsäure 1 auf 1 heiſs	Salzsäure von 1,16 S. G. Kochhitze (1 Stunde)	Schwefelsäure heiſs		
CaO	0,33	0,24	0,11		0,09		0,78 CaO	0,4
MgO	0,05	0,07	0,07	0,15	0,14		0,48 MgO	0,55
MnO	Spur	0,27	0,11				0,38 MnO	—
K_2O	$0{,}06^5$	0,10	0,08	0,02	0,18		$0{,}44^5$ K_2O	0,23
Na_2O	0,03	0,10			0,09		0,22 Na_2O	0,1
Fe_2O_3	[1]	1,0	3,48	$2{,}4^2$		0,13	7,03 Fe_2O_3	0,1
Al_2O_3	[1]	1,57	6,34	4,56	12,84	1,28	26,59 Al_2O_3	0,83
SiO_2	[1]	0,85	5,87		17,0	2,47	26,19 SiO_2	13,96
							0,02 Chlor	—
							0,60 SO_3	—
							$0{,}02^5$ Schwefel	
							12,47 stark gebund. Wasser	
							5,07 Humus	
							4,27 Magnetit	
							16,2 Fragmente v. Feldspat, Hornblende u. s. w.	
							100,2	

Kohlenstoff $2{,}94^2$ %
Wasserstoff $1{,}64^3$ %
Stickstoff $0{,}28^8$ %
Glühverlust 17,54 %

Die lufttrockne Erde verliert über Schwefelsäure 6,2 % Wasser

Humus und stark gebundenes Wasser.

Glühverlust = 17,54 %
2,94 Kohlenstoff × 1,724 = $5{,}07^2$ % Humus
Also berechnet: $12{,}46^8$ % stark gebund. Wasser
$5{,}07^2$ Humus × 5 % Wasserstoff = $0{,}25^4$ % Wasserstoff
entsprechend $2{,}28^2$ % Wasser
Stark gebundenes Wasser = $12{,}46^8$ % Wasser
Also berechnet: 14,75 % Wasser
Gefunden 1,643 Wasserstoff = 14,78 % Wasser

[1] Die geringen Mengen sind dem salzsauren Auszug zugezählt.

II. Graubraune Delierde aus der Umgegend von Medan (Deli II), ca. 15 Meter über dem Meeresspiegel, ausgezeichneter Tabakboden.

(Schwefelsäure — trocken.)

Gelöst durch	Verdünnte Salzsäure von 6% bei 50° 1/2 Stde.	Koncentrierte Salzsäure Kochhitze 1 Stunde
CaO	0,38	0,43
MgO	0,19	0,20
MnO	0,24	0,23
K_2O	0,06	0,17
Na_2O	0,08	0,49

Die lufttrockene Erde verliert bei + 15° über Schwefelsäure: 4,45^0 % Wasser

	Summe	
Alkal. Basen im koll. Silikat und Humat	0,81	CaO
	0,39	MgO
	0,47	MnO
	0,23	K_2O
	0,57	Na_2O
	—	(nicht bestimmt) alkalische Basen im durch Schwefelsäure zersetzten Silikate
im koll. Silikat	4,85	Fe_2O_3
	12,82	Al_2O_3
	20,92	SiO_2
	6,30	stark gebund. Wasser
	Spur	Chlor
	0,03	SO_3
	0,011	S
	0,12	P_2O_5
	3,23	Humus
	0,87	Magnetit
	47,67	Feldspat, Hornbl. u. s. w.
	99,^{3}	

Bestimmung von Al_2O_3, SiO_2, Fe_2O_3 im kolloïd. Silikat	% Al_2O_3	% SiO_2	% Fe_2O_3
Verd. Salzs. von 6% bei 50° 1/2 Stde.	1,49^5	1,13	2,12^4
Verdünntes Kali bei 50° 5 Minuten	1,38	2,43^5	0,19^3
	2,87	3,56	
Molec.	2,82	3,9	
	$Al_2O_3 : SiO_2 = 1 : 2{,}0^9$		
Konc. Salzsäure bei Kochhitze 1 Stde.	7,74	2,25	2,28
Verdünntes Kali bei 50° 5 Minuten	0,2	12,25	0,05
	7,94	12,50	
Molec.	7,8	2,1	
	$Al_2O_3 : SiO_2 = 1 : 2{,}6^8$		
Schwefelsäure heifs	1,91	0,09	0,21
Verdünntes Kali bei 50° 5 Minuten	0,1	4,77	
	2,01	4,86	
Molec.	2	8,1	
	$Al_2O_3 : SiO_2 = 1 : 4{,}0^5$		
Summe	12,82 Al_2O_3	20,92 SiO_2	4,85 Fe_2O_3

Organische Bestandteile und stark gebundenes Wasser.

Kohlenstoff	1,87 %
Wasserstoff	0,848 -[1]
Stickstoff	0,22 -
Glühverlust	9,52^5 -

Glühverlust	= 9,52 %
1,87 Kohlenstoff × 1,724	= 3,23 - Humus
Also stark gebundenes Wasser	= 6,29 %
3,23 Humus × 5 %	= 0,16^1 % Wasserstoff
entsprechend	1,45 % Wasser
Stark gebundenes Wasser	6,29 - -
Also berechnet	7,74 % Wasser
Gefunden:	7,63 - -

[1] Entsprechend 7,63^0 Wasser

III. Vulkanischer gelbbrauner Thonboden aus Java, Residenz Pasoeroean, Abteilung Malang, Ortschaften Gondang Legie und Sirka Anjar in der Nähe von Vulkanen.

a. Vulkanischer Thon von Gondang Legie (Java).

(Schwefelsäure — trocken.)

Gelöst durch	Verdünnte Essigsäure (kalt)	Koncentrierte Salzsäure Kochhitze 1 Stunde	Schwefelsäure (heifs)	Fluorwasserstoff		Summe
				im abgeschlemmten Teil	im übrigen	
CaO	0,42*	1,85	0,07[5]	0,0	1,20	3,55 CaO
MgO	0,08*	0,90	0,02	0,11	0,59	1,70 MgO
K_2O	0,09	0,14	0,08	0,35	0,22	0,88 K_2O
Na_2O	0,04[5]	0,36	0,05	0,18	0,50	1,13[5] Na_2O
Fe_2O_3	0,17	7,77	Spur	Spur	1,11	9,05[5] Fe_2O_3
Al_2O_3	0,18	17,28†	0,25†	2,81	4,68	25,20 Al_2O_3
SiO_2	0,13	22,52†	0,55†	6,91	14,63	44,74 SiO_2
Summe	1,11[5]	50,82[5]	1,02[5]	10,36	22,93	0,20 P_2O_5
						0,011 Cl
						Wenig Sulfat
						3,82 Humus
						6,35 stark geb. Wasser
						3,16 Magnetit
						99,8

Organische Bestandteile und stark gebundenes Wasser.

Kohlenstoff 2,21 %	Glühverlust = 10,17 %
Wasserstoff 0,895 -	2,21 Kohlenstoff × 1,724 = 3,82 - Humus
Stickstoff 0,18 -	Also stark gebundenes Wasser = 6,35 %
Glühverlust 10,17 -	
	3,82 Humus × 5 % = 0,191 % Wasserstoff
Die lufttrockene	entsprechend 1,71 % Wasser
Erde verliert bei 15°	Stark gebundenes Wasser = 6,35 - -
über Schwefelsäure:	Also berechnet: 8,06 % Wasser
6,8 % Wasser	Gefunden: 0,895 Wasserstoff = 8,05 - -

* Ein kleiner Gehalt an MnO ist hierunter begriffen.

† In einer besonderen Portion Erde bestimmt.

b. Vulkanischer Thon von Sirka Anjar (Java).

(Schwefelsäure — trocken.)

Gelöst durch	Verdünnte Essigsäure (kalt)	Koncentr. Salzsäure Kochhitze 1 Stunde	Summe	
CaO	0,34	3,43	3,77	CaO (in Salzsäure löslich)
MgO	0,06	1,95	2,01	MgO (in Salzsäure löslich)
K_2O	0,12	0,12[5]	2,24[5]	K_2O (in Salzsäure löslich)
Na_2O	0,45[5]	0,46	0,50[5]	Na_2O (in Salzsäure löslich)
Fe_2O_3 mit Magnetit	0,18	7,17	7,35	Fe_2O_3 (wobei + 3% Magnetit) (in Salzsäure löslich)
Al_2O_3	0,19	11,21	11,40	Al_2O_3 (in Salzsäure löslich)
			3,36	stark gebundenes Wasser
			3,42	Humus
			0,19	Phosphorsäure
			0,02	Chlor
			Wenig	Sulfat
			67,5	SiO_2 des kolloïd. Silikats und in Salzsäure unlösliches Silikat
			99,7	

Organische Bestandteile und stark gebundenes Wasser.

Kohlenstoff	1,98 %
Wasserstoff	0,522 -
Stickstoff	0,18[6] -
Glühverlust	6,78 -

Die lufttrockene Erde verliert über Schwefelsäure 3,7% Wasser

Glühverlust = 6,78 %
1,98 Kohlenstoff × 1,724 = 3,42 -
Also stark gebundenes Wasser = 3,36 %

3,42 Humus × 5% = 0,17[1] % Wasserstoff
entsprechend 1,54 % Wasser
Stark gebundenes Wasser 3,36 - -
Also berechnet: 4,90 % Wasser
Gefunden: 0,522 Wasserstoff = 4,70 - -

IV. Alluvialer braungelber Thonboden aus der Residenz Rembang in der Nähe des Flusses der „Kening“ in den Ländern der Tabaksunternehmung Nicot bei Ngladjoe.

Bestandteile im koll. Silikat und Humat				Unverwittertes Silikat
Gelöst durch	Verdünnte Essigsäure (kalt)	Koncentrierte Salzsäure Kochhitze 1 Stunde	Schwefelsäure (heifs)	Fluorwasserstoff
CaO	0,23	0,84	0,10	0,02
MgO	0,14	0,53	0,07	0,07
K_2O	0,10	0,52	0,21	0,44
Na_2O	0,07	0,41	0,08	0,09
Fe_2O_3	*	4,82	0,20	0,10
Al_2O_3	*	6,93	4,23	1,71
SiO_2	*	12,44	5,10	43,12
Summe	0,54	26,49	9,99	45,55

Salze	10,20	CaO, CO_2
	$0,06^6$	NaCl
	0,10	$CaSO_4$
	0,13	P_2O_5
Alkalische Basen im koll. Silikat u. Humat und im unverwitterten Silikat	1,17 / 0,02	CaO
	0,74 / 0,07	MgO
	0,83 / 0,44	K_2O
	0,56 / 0,09	Na_2O
Im koll. Silikat und im unverwitterten Silikat	5,02 / 0,1	Fe_2O_3
	11,16 / 1,71	Al_2O_3
	17,54 / 43,12	SiO_2
	4,80	stark gebund. Wasser
	2,65	Humus
	100^5	

Organische Bestandteile und stark gebundenes Wasser.

Kohlenstoff	1,54 %
Wasserstoff	0,666 -
Stickstoff	$0,17^7$ -
Glühverlust	7,45 -

Glühverlust = 7,45 %
1,54 Kohlenstoff × 1,724 = 2,65 - Humus
Also stark gebundenes Wasser = 4,80 %

Die lufttrockene Erde verliert bei ± 15° über Schwefelsäure: 5 % Wasser

2,65 Humus × 5 % = $0,13^2$ % Wasserstoff
entsprechend 1,21 % Wasser
Stark gebundenes Wasser 4,80 - -
Also berechnet: 6,01 % Wasser
Gefunden: 0,666 Wasserstoff = 6,00 - -

* Die geringen Mengen sind der Salzsäurelösung zugezählt.

Mit Ausnahme der van Bemmelenschen Untersuchungen lassen auch die meisten der aufgeführten Analysen nähere Angaben über die geologische Natur der Ackererden vermissen und sind obendrein recht unvollständig. Was jedoch aus der Mehrzahl derselben mit ziemlicher Gleichmäfsigkeit hervorgeht, ist der relativ geringe Gehalt der Böden vornehmlich an Kalk, häufig auch an Phosphorsäure, sehr selten jedoch an Kali. Ich habe hierauf schon früher hingewiesen und die Gründe dieser Erscheinung angedeutet, weiter unten will ich auf dieselben noch einmal eingehen.

In unserer heimatlichen Landwirtschaft sind wir — uud das mit Recht — darauf angewiesen, einen erheblich höheren Kalkgehalt des Bodens für einen guten Kulturzustand zu beanspruchen, und wir pflegen Ackererden mit unter 2 % kohlensauren Kalk, entsprechend ca 1 % CaO, vielfach einer gröfserenperiodischen Kalkzufuhr bedürftig zu halten, um die chemischen Umsatzprozesse im Ackerboden vegetationsbefördernd anzuregen. Diese Funktion nehmen in den Tropen, wie wir sahen, im hohen Grade Temperatur und die Atmosphärilien auf sich, und daher giebt ein geringerer Kalkgehalt in tropischen Böden weniger zu Besorgnissen Veranlassung. Wenn von tropischen Kolonisten, und auch von Semler, auch für die kalkbedürftigsten Kulturen ein Gehalt des Bodens von 2 % CaO oder gar darüber gefordert wird, so ist das entschieden zu hoch gegriffen. Man wird denselben auch relativ selten aufserhalb der Gebiete kalkhaltigen sedimentären Aufbaues antreffen. Tropische Böden, welche bis zu 1 % Kalk in Form kohlensauren Kalkes aufweisen, möchte ich schon als aufserordentlich günstig nach dieser Seite hin hinstellen, und solche, welche nicht unter 0,5 % zeigen, schon für alle Kulturen bei rationeller Ersatzwirtschaft oder Bewässerung als vollständig befriedigend.

Es ist auch ferner noch zu berücksichtigen, dafs aus Gründen, welche ich oben gelegentlich berührte, der Gehalt an Magnesia in tropischen Böden unter Umständen ein relativ recht hoher ist. Auch in den aufgeführten Analysen findet dieses vielfache Bestätigung. Ja in manchen Fällen übertrifft der Gehalt an Magnesia denjenigen des Kalkes. Wenngleich nun die Rolle der Magnesia in der Pflanzenernährung auch noch wenig aufgeklärt ist, so steht doch das eine fest, dafs die Magnesia in dem Samen der Pflanzen eine sehr bedeutende Rolle spielt und dafs im allgemeinen die Samen reicher an Magnesium als an Calcium sind. Aber auch in den sehr calciumreichen Tabakblättern und Hopfenblättern steigt der Magnesiumgehalt häufig aufserordentlich hoch an.

Wie man nun einerseits von dem Kalk annimmt, dafs er in der

Pflanzenernährung bis zu gewissem Grade durch Magnesia ersetzbar sei, so kann andererseits speciell bei Pilzen das Magnesium durch Calcium, Barium und Strontium vertreten werden.

Über das Verhältnis des Gehalts an Kalk und Magnesia im Boden ist eine Bemerkung sehr beachtenswert, welche nach Semler[1] Dr. Phipson in Anschlufs an die beiden auf Seite 234 gegebenen Bodenuntersuchungen giebt. Dr. Phipson glaubt ermittelt zu haben, dafs es als ein schlimmes Zeichen zu betrachten ist, wenn der Kalkgehalt in alten Zuckerrohrböden ein niedrigerer geworden, als der Magnesiagehalt. Aus zahlreichen Analysen glaubt er sich zu der Schlufsfolgerung berechtigt, dafs die fortschreitende Erschöpfung des Bodens durch den Vergleich der Prozentsätze von Kalk und Magnesia, welche sich bei den Analysen ergeben, bis zu einem hohen Grade nachgewiesen und erkannt werden kann. Zum Beweise giebt er die Analysen von vier Erdproben von verschiedenen Feldern einer Plantage in Demerara:

	Unter Kultur			
	10—15 Jahre		mehr als 60 Jahre	
Kalk %	0,44	0,64	0,11	0,40
Magnesia -	0,32	0,50	0,36	0,51

Es wird damit gezeigt, wie der Kalk durch die fortgesetzte Zuckerrohrkultur nach und nach aus dem Boden verschwand, während der Vorrat von Magnesia keine wesentliche Abminderung erfuhr. Dr. Phipson stellt es als Regel auf: wenn der Kalkgehalt des Bodens auf 0,1 % zurückgegangen ist, und er nicht mehr als ein Drittel des Magnesiagehaltes beträgt, so darf man, vorausgesetzt, dafs man weifs, früher war der Kalk in mindestens gleicher Höhe wie die Magnesia vorhanden, mit Sicherheit annehmen, dafs die Ernten auf diesem Boden von Jahr zu Jahr dürftiger werden, und dafs es einer sorgfältigen planmäfsig durchzuführenden Düngung bedarf, um die frühere Produktionskraft wiederherzustellen. Viele Plantagen Westindiens und Guyanas stehen entweder hart vor diesem Grade der Erschöpfung oder nicht mehr weit davon entfernt, was man wohl berücksichtigen mufs, wenn die Zuckerpflanzer ihre Notlage beklagen.

Welche Grenzen für einen der Agrikultur genügenden Phosphorsäure- und Kaligehalt in tropischen Böden zu ziehen sind, darüber kann zur Zeit wohl noch niemand irgend welche zuverlässige Auskunft geben. Wenn in Böden des gemäfsigten Klimas ein Mindestgehalt von 0,1 % eines jeden dieser beiden Stoffe bei rationeller

---

[1] Semler, Die tropische Agrikultur. Bd. III S. 231.

Nährstoff-Ersatzwirtschaft beansprucht wird, so ist zu bedenken, dafs diese Ziffern aufgestellt sind für Kulturpflanzen, deren Vegetationszeit nur eine relativ kurze und deren Wurzelsystem obendrein darauf angewiesen ist, die anorganischen Stoffe für den Aufbau der Pflanze in vielleicht kaum einem Drittel der Frühjahr- und Sommer-Vegetationsperiode zu verarbeiten. In solchem Falle mufs der Boden eine verhältnismäfsig hohe jederzeit assimilationsfähige Menge anorganischer Nährstoffe bereit halten, und der Landwirt der gemäfsigten Zone mufs daher recht hohe Anforderungen an den löslichen Nährstoffgehalt des Bodens stellen. Das ist nun zwar auch dort der Fall, wo in den Tropen kurzlebige Kulturpflanzen, wie Reis, Tabak, Mais etc., kultiviert werden, anders liegt jedoch die Frage in reinen Plantagenwirtschaften, deren Baum- und Strauchgewächse mit ihrem obendrein weitverbreiteten und tiefgehenden Wurzelsystem perennierend zu jederzeitiger anorganischer Stoffaufnahme befähigt sind. Auch bei den alljährlich anzubauenden Kulturpflanzen, welche das Feld während des ganzen Jahres vegetierend einnehmen, wie z. B. Mandioca utilissima, Dioscorea alata, Musa sapientum, oder auch, wie das Zuckerrohr (Saccharum officinarum), dasselbe erst nach ein- bis dreimaliger Aberntung wieder räumen, sind die Verhältnisse anderer Art. Diese und ähnliche Kulturen haben in Bezug auf den Nährstoffreichtum des Bodens gemeiniglich auch noch den Vorteil, dafs ihre meist an Phosphorsäure und Kalk reichen Blätter wie auch Stengel der Ackerkrume nicht verloren gehen und nur in der Entnahme der Früchte, Samen oder Blüten eine relativ geringe Erschöpfung des Bodens stattfindet.

In Rücksicht auf diese Verhältnisse hat denn auch die Raubbauwirtschaft in den Tropenländern bis jetzt ein längeres Leben fristen können und sich noch weniger gerächt, als es bei Getreidekulturen im gemäfsigten Klima der Fall ist. Dafs dieselbe nichtsdestoweniger im allgemeinen zu verurteilen ist, bedarf wohl nicht erst der Bestätigung. Da sie aber noch weit verbreitet und sehr allgemein gerade in reinen Plantagenwirtschaften der Tropenländer betrieben wird, und dementsprechend die Produkte derselben unter relativ geringen Produktionskosten erzeugt werden, so mufs auch der zukünftige Plantagenbesitzer in den afrikanischen Kolonieen, wenn er konkurrenzfähig auf dem Markte auftreten will, wenigstens insofern den Raubbau mit in seinen Betriebsplan ziehen, als er eine Reihe von Jahren seine Wirtschaft auf demselben basiert. Demnach ist es bei Anlage von Plantagen geboten, nicht zu geringe Ansprüche an den anorganischen Nährstoffgehalt des Bodens zu stellen, wenigstens nicht derart niedrige, wie sie bei rationellem Betriebe des Nährstoffersatzes der Kulturen

oder bei Bewässerung noch genügen würden. Ein Gehalt[1] von 0,05 % Phosphorsäure und 0,05 % Kali im Boden dürfte als unterste Grenze der rentabeln Anlage einer perennierenden Baum- oder Strauchplantage oder bei Kulturen volljähriger Gewächse bezeichnet werden. Bei der Kultur kurzlebiger tropischer Gewächse ist diese Grenzlinie schon zu niedrig, und vornehmlich dort, wo in einem Jahre mehrere Ernten dem Acker entnommen werden, ist sie wohl selbst in Anbetracht der Gunst der Verwitterungsprozesse in den Tropen — dank deren assimilationsfähige Pflanzennährstoffe in besonders reichen Mengen hergestellt werden — gleichfalls wie in der gemäfsigten Zone auf 0,1 % Phosphorsäure[1] und 0,1 % Kali[1] zu erhöhen. Selbstverständlich vermögen betriebs-, verkehrs- und volkswirtschaftliche Vergünstigungen die Grenzlinien in Bezug auf die Rentabilität der Kultur zu verschieben, wenn sie einen Nährstoffersatz in billiger Weise gestatten. Doch das kann hier nur angedeutet sein!

Was den Gehalt tropischer Böden an Eisen und Silicium betrifft, die ja auch mehr oder minder und namentlich das für chlorophyllhaltige Pflanzen so notwendige Eisen, als wichtige und unentbehrliche Nährstoffe betrachtet werden müssen, so haben wir ja den Reichtum tropischer Böden an diesen Stoffen zur Genüge kennen gelernt. Ebenso bieten die tropischen Böden in der Regel den Kulturpflanzen genügende Mengen jener andern unentbehrlichen Pflanzennährstoffe, welche sich, wie Schwefel, Chlor und Natrium, sowie auch Aluminium und Mangan, in fast allen Pflanzenaschen finden.

Dafs das Lithium ein ständiger Bestandteil der Asche des edlen Tabaks sein soll, und darum die Anwesenheit dieses Stoffes in tropischen Böden nicht unwesentlich ist, dürfte wohl allgemein bekannt sein. Da es indessen noch an näheren agrikulturellen Studien über diesen Gegenstand fehlt, kann ich auch nicht näher auf denselben eingehen.

Über den Humusgehalt tropischer Böden habe ich mich früher schon eingehend ausgesprochen, und es erübrigt hier nur noch die wichtige Frage zu erledigen, welche der Stickstoff in der tropischen Agrikultur spielt.

Nahezu alle Untersuchungen tropischer Böden, welche im Laufe dieser Arbeit aufgeführt sind, lassen einen verhältnismäfsig aufserordentlich hohen Stickstoffgehalt derselben erkennen. Die Quellen desselben sind uns ja früher bekannt geworden, aber das dürfte wohl als besonders wertvoll noch hervorgehoben werden, dafs dieselben in Tropenländern nach menschlicher Berechnung stets reichlich und unversiegbar, und dafs sie namentlich in regenreichen Gegenden während

[1] Löslich in kalter Salzsäure nach 48stündigem Digerieren.

des ganzen Jahres thätig sind. Jene Stickstoffmengen, welche früher als allein in den Niederschlägen dem Boden zugeführt für Batavia berechnet und geschätzt wurden, und welche sich gering veranschlagt pro Jahr auf mindestens 12—15 kg Stickstoff pro preufsischen Morgen (25,5 Ar) belaufen, sind, wie ich früher schon einmal hervorhob, im stande, der alten beiseite geschobenen Lehre der Liebigschen Kulturpflanzenernährung, wenigstens in Tropenländern, wiederum vollste Anerkennung zu verschaffen. Und man wird dort die Liebigsche Düngungstheorie noch um so mehr aufrecht zu erhalten suchen können, wenn man die so günstigen Erscheinungen der Stickstoffabsorption der in den Tropenländern weitverbreiteten lehm- und thonreichen Rot- und Gelberden ins Auge fafst.

Es soll nun damit noch nicht gesagt sein, dafs jede Stickstoffdüngung überall in den Tropen als überflüssig zu verwerfen ist. Dagegen dürften schon die sorgfältigen Verfahren der Salpetergewinnung, welche von den alten praktischen Zuckerrohrpflanzern Westindiens angewandt wurden, sprechen, sowie die Erfahrungen rationell wirtschaftender Pflanzer in Java und andern Musterländern tropischer Agrikultur, aber das darf wohl zweifellos als Thatsache hingestellt werden, dafs Stickstoffdüngungen in Tropenländern, wo sie überhaupt erforderlich, dort doch weniger hoch zu bemessen sind, als im gemäfsigten Klima.

Bei all diesen Erörterungen ist jedoch niemals aufser acht zu lassen, dafs die physiologische Verschiedenheit der Pflanzenarten, welche dem Anbau unterzogen werden, auch verschiedenartige Ansprüche der Pflanzen an den Nährstoffreichtum des Bodens und insbesondere an den Stickstoffreichthum desselben im Gefolge hat. Wenn hier in der Allgegemeinheit die Nährstoffbedürfnisse der Kulturpflanzen besprochen werden, so mufs man dabei stets im Auge behalten, in welch verschiedener Weise z. B. die Kulturen der Cerealien einerseits und die der Leguminosen andrerseits die Düngungstheorieen modifizieren. Das gilt für die Tropenländer nicht minder wie für die gemäfsigte Zone, wenn auch daselbst noch keine vergleichenden Studien über das Wurzelsystem der dort angebauten Kulturpflanzen und über das symbiotische Wesen der Bakterien in Wurzelknöllchen in derselben sorgfältigen Weise ausgeführt sind, wie in der heimischen Landwirtschaft von Forschern, wie Hellriegel, Frank, Prazmowski, Beyerink sowie Fleischer und Salfeld. Auf die Einzelheiten aller hierbei erzielten Resultate der Forschungen, welche für die Ernährung der Kulturpflanzen

von praktischer Bedeutung sind, kann ich hier nun noch nicht näher eingehen; es wird sich jedoch aufser im folgenden Abschnitt auch im Kapitel IV die Gelegenheit bieten, im Anschlufs an die chemische Zusammensetzung der tropischen Kulturpflanzen, auch ihr bereits sicher erkanntes oder doch etwa vermutliches specielles Nährstoffbedürfnis — falls ein solches überhaupt vorliegt — aufzuführen.

e. Die Mikroorganismen und ihre Thätigkeit in tropischen Böden.

Dank der namentlich in jüngster Zeit so reichhaltigen Forschungen auf dem Gebiete der Bodenbakteriologie sind wir heute zu der Erkenntnis gelangt, dafs die Prozesse der Stoffumsetzungen im Boden nicht allein auf rein chemische Kräfte zurückzuführen sind, sondern dafs auch das feste Gestein und der lose Erdboden, insbesondere aber die Kulturerde in aufserordentlicher Menge von kleinsten Organismen bevölkert ist, deren Lebensfunktionen uns die Chemie des Bodens in einem ganz neuen Lichte erscheinen lassen. Der Boden und speciell die Ackererde gilt uns demnach heute nicht mehr als ein starres lebloses Material, sondern als ein Gemisch anorganischer, abgestorbener organischer und lebendiger organischer Materie, welches als solches von der Pflanzenphysiologie und Pflanzenbiologie zu berücksichtigen ist.

So sehr nun auch die Forschung noch über die mikroorganogene Beschaffenheit des Bodens speciell der Kulturerde im unklaren ist, so läfst sich doch heute schon mit Gewifsheit erkennen, dafs hier zu unterscheiden ist jene Thätigkeit von Mikroorganismen, welche sich ausschliefslich auf den Stoffumsatz und auf die Absorptionserscheinungen im Boden beschränkt, von derjenigen, deren Träger direkt in das Leben der Pflanze eingreifen und in demselben vegetative Funktionen übernehmen. Hierbei müssen wir noch ein wenig verweilen, ehe ich zu den mikrobiologischen Zuständen, welche in tropischen Erden vorliegen, übergehe.

Die Mikroorganismen, welche sich in fermentativer Thätigkeit auf die Stoffumsetzung im Boden oder auf die Vermittlung von Absorptionsprozessen beschränken, lassen sich in 3 Gruppen sondern: 1. solche mit oxydierenden Funktionen, 2. solche mit reduzierenden Funktionen und 3. solche, durch deren Thätigkeit der Gehalt des Bodens an Wertbestandteilen vermehrt wird[1].

---

[1] Chem. Centralblatt. LX. Jahrgang 1889. Bd. II: Die Mikroorganismen im Boden, von Robert Sachsse. S. 169—171 u. S. 225—230.

Die erste Gruppe ist von Sachsse nochmals geteilt, und zwar unterscheidet er: intercellulare und extracellulare Organismen. Jene assimilieren die organischen Substanzen des Bodens und verarbeiten dieselben durch Atmung zu Wasser und Kohlensäuse, welche sie ausscheiden, diese wirken oxydierend, indem sie Sauerstoff nach aufsen abscheiden. Als Oxydationsorganismen im Boden sind bis jetzt als sicher erkannt gewisse Eisen- und Schwefelbakterien und es scheint, dafs auch solche bei der Oxydation des Stickstoffs bezw. des Ammoniaks im Boden sicher thätig sind. Der Nachweis eines bestimmten Nitrifikationsfermentes ist neuerdings vollständig einwandsfrei erbracht worden[1].

Eisenbakterien sind massenweise nachzuweisen in den ockerartigen Absätzen von Eisenquellen sowie im Raseneisenerz und an den rostroten Scheiden zu erkennen. Schwefelbakterien sind in Schwefelquellen und Fabrikgewässern reichlich vertreten und ihre Lebensfunktionen sind gleich denen der Eisenbakterien sicher festgestellt.

Über die Mikroorganismen mit reduzierender Thätigkeit im Boden ist bis jetzt nur wenig bekannt.

Dahingegen besitzen wir über die Thatsache der Stoffanreicherung im Boden durch Mikroorganismen namentlich in den Untersuchungen Berthelots bereits zuverlässige Forschungen. Nach diesen findet in Böden von thonig-sandiger, mäfsig feuchter und poröser sowie kalireicher und stickstoffarmer Beschaffenheit eine Fixierung atmosphärischen Stickstoffs durch Mikroorganismen statt, und es liegt hier also eine Stoffanreicherung des Bodens vor. Dieselbe kann auch durch Binden von freier atmosphärischer Kohlensäure durch Mikroorganismen stattfinden.

Schon etwas mehr sind wir über jene Mikroorganismen unterrichtet, welche aus dem Erdboden stammend in die Pflanze eindringen und beim Aufbau derselben durch Stoffvermittlung oder Beförderung der Stickstoffaufnahme aus der Atmosphäre vegetative Funktionen übernehmen. Diese infizierenden symbiotischen Bakterien sind einerseits

---

[1] S. Winogradsky hat soeben in den Annales de l'Institut Pasteur 1890, 3e Mémoire unter dem Titel: „Recherches sur les Organismes de la Nitrification" ausgezeichnet sorgfältig angestellte Untersuchungeu veröffentlicht, nach denen er eine Bakterienform, welcher er den Namen Nitromonas gegeben, als unzweifelhaftes Nitrifikationsferment isoliert und rein gezüchtet hat. Die Nitrifikationsthätigkeit dieses Mikroorganismus ist eine ganz aufserordentlich erfolgreiche. Vgl. hierzu das Referat in dem demnächst erscheinenden, von Dr. Alfred Koch herausgegebenen „Jahresbericht über Gährungsorganismen", Verlag von Harald Bruhn, Braunschweig.

mit dem Art- bezw. Gattungsnamen Bacterium radicicola (Beyerink) belegt worden, andrerseits hat man sie Rhizobium leguminosarum (Frank) benannt. Es ist gelungen, auch Reinkulturen dieser Organismen zu erzeugen (Beyerink und Prazmowski); ihr Eindringen in die Wurzelhaare und in die Wurzel und ihr ferneres Verhalten in den Zellgeweben der Pflanze ist verfolgt (speciell Ward, Prazmowski und Frank), und schliefslich ist der vegetative Effekt ihrer Anwesenheit in bestimmten Leguminosen sicher festgestellt (besonders Hellriegel und Willfarth sowie Prazmowski). Die symbiotische Bedeutung dieses Mikroorganismus ist so grofs, dafs die Praxis des Landbaues sich bereits durch Bodenimpfung die Ergebnisse der wissenschaftlichen Forschungen dienstbar gemacht hat (Fleischer, Salfeld).

Es mufs noch darauf hingewiesen werden, dafs die Anzahl der Bodenmikroorganismen sowie ihre Thätigkeit eine aufserordentlich grofse ist. Adametz[1] ermittelte in seinen Untersuchungen eines Sand- und Lehmbodens in 1 g Erde im Mittel folgende Anzahl Spaltpilze:

Sandboden		Lehmboden	
Oberfläche	20—25 cm Tiefe	Oberfläche	20—25 cm Tiefe
380 000 .	460 000	500 000	464 000

Auf dem Observatorium zu Montsouris bei Paris enthielt ein Gramm Erde bis zu 900 000 Bakterien. Wenn nun auch Untersuchungen von John Reimers[2] die Keimzahl der Bakterien pro Kubikcentimeter nur auf wenige Millionen angeben, so lassen doch diese Ziffern bereits zur Genüge erkennen, welch reges organisches Leben inmitten der abgestorbenen und anorganischen Materie vor sich geht. Da nun aber die Anwesenheit mehr oder minder zahlreicher Bodenmikroorganismen dahin führen mufs, die Resultate einer chemischen Analyse in Rücksicht auf die Assimilationsfähigkeit der Nährstoffe des Bodens unterschiedlich zu deuten, so werden wir zur Zeit mit Notwendigkeit darauf hingewiesen, die mikrobiologischen Erscheinungen des Erdbodens n e b e n den Resultaten der Bodenanalyse zu berücksichtigen, um den letzteren neue Schlufsfolgerungen für die Praxis der Pflanzenkultur entnehmen zu können. Es wird uns vermutlich auf diese Weise gelingen, das wissenschaftlich festzustellen, was die Empirie des Ackerbaues mit der Bezeichnung „Geil und Gare“ auszudrücken pflegt. Übereifrige Vorkämpfer der Bodenmikrobienlehre sind schon so weit gegangen, alle Ernährungsprozesse höherer Pflanzen der Thätigkeit von

[1] Leopold Adametz, Untersuchungen über die niederen Pilze in der Ackerkrume. Inaug.-Diss. Leipzig 1886. S. 56.

[2] Chem. Centralblatt. Jahrgang LXI. 1890. Bd. I S. 47.

Bodenmikroorganismen zuzuschreiben, so dafs also auch für die Lehre der Ernährung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen die Biologie der Bodenmikroorganismen fast gröfsere Beachtung herausforderte, als die Lehre der in der Erdrinde selbständig wirkenden chemischen Agentien. Diese Hypothese scheint indessen zu weit zu gehen, zumal die Untersuchungen von Prazmowski gezeigt haben, dafs höhere Pflanzen durch alle Phasen von der Keimung an bis zum Lebensende zur vollsten Entwicklung und Fruchtbildung ohne Bodenbakterien durchzubringen sind. „Damit fallen", sagt Prazmowski[1], „sämtliche Hypothesen über die Notwendigkeit der Bodenorganismen für das Gedeihen höherer Pflanzen in sich zusammen".

Bis zu welcher Tiefe sich die Verbreitung der Mikroorganismen im Boden erstreckt, ist noch nirgend nachgewiesen; sicher ist jedoch, dafs dieselbe in 1—2 m Tiefe ziemlich stark abfällt, und dafs dieselbe andrerseits je nach der physikalischen Beschaffenheit des Bodens eine sehr wechselnde ist. Ob Grundwasser die Verbreitung der Bakterien im allgemeinen fördernd oder nachteilig beeinflufst, ist noch nicht erwiesen.

Von besonderer Beachtung scheinen mir dann noch einige Resultate zu sein, welche aus den Untersuchungen von Schlösing und Müntz bekannt gegeben sind und sich auf die Nitrifikationsfermente bei verschiedenen Temperaturen beziehen[2]. Es wurde ermittelt, dafs die Nitrifikation vor sich geht innerhalb der Temperaturen von 5—55° Cels. Die Steigerung des Prozesses beginnt bei 12° Cels. und erreicht den Höhepunkt bei 37° Cels. Von da ab nimmt die Intensität des Prozesses wiederum ab, um bei 45° nahezu zu erschlaffen.

Das, was ich hier kurz vorgeführt habe, bezieht sich ausschliefslich auf die landwirtschaftliche Bodenbakteriologie der gemäfsigten Zone. Diejenige tropischer Länder ermangelt bis jetzt jeder Bearbeitung. Zweifellos bieten jedoch gerade die tropischen Böden der Entwicklung der Mikroorganismen überall dort aufserordentlich günstige Existenz- und Funktionsbedingungen, wo genügende Feuchtigkeit im Boden verteilt ist. Die hohe Temperatur der tropischen Bodenkrume nahezu während des ganzen Jahres, besonders wenn die letztere nicht direkter Bestrahlung ausgesetzt ist, läfst auf eine jederzeitige und intensive Thätigkeit der Mikroorganismen schliefsen; vornehmlich wird

---

[1] Die landwirtschaftlichen Versuchsstationen 1890. Bd. XXXVII. Heft 1. — Adam Prazmowski, Die Wurzelknöllchen der Erbse. S. 38.

[2] H. Plath, Über die Nitrifikation des Ammoniaks und seiner Salze. Landwirtschaftliche Jahrbücher, herausgegeben von Dr. Hugo Thiel. 1887. Bd. XVI S. 897 (bez. Compt. rend. 89, 1074 [1879]).

dieselbe in regenreichen Gegenden eine aufserordentlich regsame sein. Diese Erscheinung verbunden mit der intensiven Wirkung der chemischen Agentien im Boden ist nicht ohne Bedeutung für die Düngungslehre tropischer Kulturen, und es wird der Zukunft überlassen bleiben, dieselbe, welche heute auf fast ausschliefslich empirischer Basis steht, wissenschaftlich zu entwickeln!

Es liegt auch der Gedanke nahe, dafs ähnlich wie bei der Raseneisensteinbildung der gemäfsigten Zone auch bei der Lateritbildung der Tropen Bakterien eine Rolle spielen könnten. Vielleicht ist dieses unter Umständen nicht ausgeschlossen; nähere Untersuchungen liegen indessen hierüber nicht vor. Ich selbst habe seiner Zeit in den Tropen keine Gelegenheit gehabt, sie anstellen zu können.

Sowenig nun auch diese Betrachtungen über die Mikroorganismen in tropischen Böden praktisch verwertbare Resultate ergeben konnten, so glaubte ich doch diesen Gesichtspunkt bei der Beurteilung der tropischen Agrikultur nicht unberührt lassen zu dürfen. Vielleicht giebt auch die Erwähnung dieser Verhältnisse und die kurze Darstellung des Standes der Forschung auf diesem Gebiete tropischen Reisenden die Anregung, dieser für die Pflanzenphysiologie und Pflanzenbiologie wie die Agrikultur so überaus wichtigen Frage der Bodenmikroorganismen ihre Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Rückblicke, sowie einige allgemeine klimatische und pedologische Bemerkungen in Bezug auf die Bodenkultur der Tropen und der gemäfsigten Zone.

Wie das tropische Klima, so bietet auch der tropische Boden der Agrikultur mancherlei Vorteile, welche die Landwirtschaft der eigentlich gemäfsigten Zone nicht kennt.

Schon in Bezug auf den Betrieb der tropischen Agrikultur kommen dieselben zur Geltung. Das schnelle Abtrocknen der Felder nach Niederschlägen veranlafst in den Tropen nur kurze Unterbrechungen der Ackerkultur, während solche in der heimischen Landwirtschaft häufig tagelang durch die Nässe des Bodens verursacht werden. Selbst nach den stärksten Niederschlägen ist dort der Zutritt zum Acker bald wieder möglich, und nur wenn vollständige Überflutungen sich ereignen, bedarf es eines längeren Abwartens. Frost, Eis und Schnee greifen ferner niemals störend in den agrikulturellen Betrieb der Tropen ein; und selbst die intensivste Austrocknung des Bodens macht denselben doch nicht immer beackerungsunfähig. Nur die Wärme als

solche fordert von Menschen und Ackervieh berücksichtigt zu werden, daher der Arbeitstag infolge der Gleichmäfsigkeit der Tageslänge und der kurzen Dämmerungsstunde sowie des längeren Ausfalls der Arbeit unter Mittag häufig auf eine kurze Zeit zusammenschrumpft.

In wohlgepflegten Plantagen und offenen Feldern, in denen die oberste Schicht des Ackers stets locker und von Unkraut freigehalten wird, pflegt während des ganzen Jahres die Kultur des Bodens zulässig zu sein, und wenn namentlich Maschinen derselben zu Hülfe kommen, so können auch die Tage mehr als bei ausschliefslicher Handarbeit ausgenutzt werden. Die Anwendung der Maschinen in der Ackerkultur der Tropenländer ist ein Umstand, der selbst in hochkultivierten Gegenden selten genügend gewürdigt wird, und welcher daher für die Entwicklung der tropischen Agrikultur in der Zukunft die höchste Beachtung verdient. Namentlich sollte dort, wo das Terrain es irgend gestattet, der Dampfpflug und Dampfgrubber nirgend fehlen, denn die durch diese Maschinen dort allein mögliche gründliche Vertiefung der Ackerkrume ist in den Tropenländern von derselben Wichtigkeit, wenn nicht noch von höherer, als in der gemäfsigten Zone. Um aber den Erfolg derselben voll auszunutzen, müssen Hack- und Bodenlockerungsmaschinen in ausgedehntester Anwendung folgen.

Wo immer in der entwickelten tropischen Agrikultur die Anwendung der Dampfkraft rentabel erscheint, sollte man versuchen, sie der tierischen Kraft vorzuziehen, da intensive Hitze das Vieh erschlaffen läfst und unfähig zur vollen Kraftausnutzung macht. Es ist gerade dieses Kapitel der Beschickung oder des Ersatzes der tierischen Arbeitskräfte in Tropenländern ein sehr interessantes, und wenn auch das, was z. B. über die Zähmung des afrikanischen Elephanten und seine kulturelle Ausnutzung von einsichtigen Reisenden geschrieben und vorgeschlagen ist, nicht immer ökonomisch erscheint, so verdient es doch Beachtung. In Ostafrika, wo das Transportwesen in den allerärgsten Zuständen liegt, sollte man es an keinerlei Versuchen und Kosten fehlen lassen, nach dieser Seite hin Wandel zu schaffen, um das in der Transportbeschickung nachzuholen, was die einheimische Bevölkerung daselbst in ihrer Bedürfnislosigkeit und Kulturunfähigkeit entbehren konnte.

Dort, wo Bewässerungsanlagen und namentlich künstliche Flufsbewässerungen die Agrikultur der Tropen jederzeit sicherstellen, ist natürlich die Abhängigkeit des Betriebes von den Zuständen des Ackers nahezu vollständig in die Hand des Menschen gelegt und er kann diesen Umstand sich dort auch voll und ganz zu nutze machen. Es ist daher auch aus diesen Gründen die Bewässerung in der tropischen Agrikultur eine aufserordentlich wichtige Meliorationsanlage.

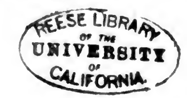
Die Vergünstigungen, welche der tropische Boden der Vegetation der Kulturpflanzen bietet, bestehen, wie wir oben sahen, vornehmlich in der sich stets gleichbleibenden oder doch nur gering schwankenden hohen Temperatur desselben. Diese regt das Wachstum des Wurzelsystems an und fördert die Mürbe des Bodens in aufserordentlicher Weise. Besonders übt sie jedoch auch noch einen günstigen Einflufs aus auf den Prozefs der Verwitterung und physikalischen Verfeinerung der Ackererde und führt daher indirekt der Vegetation jederzeit reichliche Nährstoffmengen zu, soweit die Mineralien dieselben zu bieten vermögen. Künstliche anorganische Düngungen sind daher in tropischen Ackererden dort, wo ein nährstoffreicher Boden vorliegt, weniger erforderlich, als in der gemäfsigten Zone, und beanspruchen zunächst nur dort in Betracht genommen zu werden, wo chemisch einseitig zusammengesetzte Bodenarten der Agrikultur Hindernisse bieten. Es soll hiermit das Raubbausystem auf allseitig nährstoffreichen Tropenerden gerade nicht direkt gepredigt werden, sondern ich will nur darauf verweisen, dafs auf nährstoffreichen Böden eine rationelle Nährstoffersatzwirtschaft aus dem Grunde vor der Hand fehlerhaft und obendrein unrentabel ist, weil der Boden in seinem natürlichen Zustande unter jenen klimatischen Einflüssen den Kulturen daselbst — z. B. auf Verwitterungsprodukten junger Eruptivgesteine — so reichliche Mengen Nährstoffe zur Verfügung stellt, dafs dieselben eine starke Zufuhr in künstlicher Düngung, die dem vollen Ersatz für die Erschöpfung durch die Ernten gleichkommt, gar nicht einmal immer auszunutzen im stande sind. Eine starke künstliche Düngung könnte auch zur Folge haben, dafs ein Teil der leicht löslichen Nährstoffe als unverwertbar ausgewaschen würde und verloren ginge. So sehr man nun auch wissenschaftlich geneigt ist, das Raubbausystem allgemein zu verurteilen, so mufs sich doch auch jeder praktische Ackerbauer, namentlich in den Tropenländern sagen, dafs ohne Raubbau sehr häufig eine Agrikultur aus wirtschaftlichen Gründen absolut ausgeschlossen sein kann, und wird von diesem Gesichtspunkte aus seinen Betriebsplan einrichten.

Allzuhäufig sind indessen derartige Vorkommnisse eines allseitigen Nährstoffreichtums des Bodens der Tropenländer nicht, sondern es sind dieselben nur in relativ recht begrenzten Regionen anzutreffen, wenn wir das ganze Erdgebiet ins Auge fassen, welches innerhalb der 35° n. u. s. Breite gelegen ist. Der bei weitem gröfste Teil dieser Erdoberfläche bietet in Bezug auf den Nährstoffreichtum des Bodens durchaus Erscheinungen einseitiger Mängel, die sich aus der geologischen

Entwicklung und den langdauernden Verwitterungsprozessen vieler tropischen Bodengebilde, wie wir oben sahen, erklären.

Diese Einförmigkeit und Gleichmäſsigkeit der geologischen Formationen vieler Tropenländer ist von besonderem Interesse. Ich will von der Aufführung derselben, wie schon früher bemerkt, hier absehen und nur auf eine interessante Erscheinung hinweisen, durch welche gerade die deutsche und auch englische Landwirtschaft zu den lehrreichsten Studien Veranlassung giebt oder doch fernerhin mehr geben könnte, als solches bis jetzt geschehen ist.

Indem ich als bekannt voraussetze, in welcher Weise die Verwitterungsprodukte der Gesteine von der Zusammensetzung des Muttergesteins abhängig sind, möchte ich hier einen kurzen Hinweis auf die auſserordentliche und lehrreiche Mannigfaltigkeit der Formationen, sowie der aus ihnen hervorgehenden Ackererden in Deutschland geben gegenüber dem, was z. B. die östliche Hälfte des südamerikanischen und das weite Tafelland des afrikanischen Kontinents bieten. Es giebt wohl kaum ein Gebiet der ganzen Erdoberfläche, das wie Deutschland auf einem so kleinen Raume von noch nicht einmal 10000 geographischen Quadratmeilen fast sämtliche Phasen der physischen Erdentwicklung in sich birgt. Welche Anzahl geologischer Gebilde bietet nicht allein der kleine Raum, welcher etwa durch die Orte Halle, Eger, Frankfurt, Köln, Hannover, Magdeburg bestimmt wird. Vom ältesten krystallinischen Urgestein bis hinab ins jüngste Känozoische findet man hier fast alle Formationen in der denkbar gröſsten Mannigfaltigkeit entwickelt vertreten, und auch an eruptivem Gestein, altem wie jungem, in allen Strukturen ist reichliches Material vorhanden. Eine ähnliche geologische Mannigfaltigkeit auf einem so kleinen Raum zusammengedrängt, den man in zwölf Tagen von Nord nach Süd bequem durchwandern kann, findet man auſser in England wohl nirgend in der ganzen Welt wieder. Auf dem ungefalteten afrikanischen Tafellande und den weiten Flächen des südamerikanischen Hochlandes kann der Geologe oder Landwirt wochenlang, ja monate- und jahrelang marschieren, ohne auch nur einen erheblichen Wechsel der Formation anzutreffen; überall dieselbe Einförmigkeit, sei es nun der krystallinischen Schiefer und Massengesteine oder des Altpaläozoischen oder von Sandsteinformationen, deren Alter noch nicht klar gestellt werden konnte, in welcher nur die mehr oder minder breiten Fluſsrinnen mit ihren alluvialen Bildungen eine Abwechselung bieten! Wie mannigfaltig ist dagegen z. B. das Bild, welches eine nur mehrtägige Wanderung in der Umgegend von Göttingen oder im Leinethale abwärts dem Landwirt bietet. Bald steht der Fuſs auf



sandigem Verwitterungsboden des Buntsandstein, bald ist es derjenige vom nährstoffreichen Röt, bald Wellenkalk, bald mittlerer Muschelkalk, bald der trockene und arme Trochitenkalk, bald der thonige Ceratitenkalk, bald der zuweilen gefürchtete Kohlenkeuper, und dann der wenig dankbare Gipskeuper, welcher die Ackererde geliefert hat. Wo eingesunkene Wiesenthäler sich ausdehnen, blickt häufig der Lias mit dem nährstoffreichen Posidonienschiefer aus den Rändern der Gräben hervor. Dann wandert man weiter durch das Gebiet des schön entwickelten Jura und der Kreide — auch das Tertiär ist nesterweis noch liegen geblieben — bis hinab ins norddeutsche Diluvium und die jüngsten Bildungen der Neuzeit. Da giebt es zu bonitieren für den Landwirt denn selbst die äufserlich gleichartigsten Thon-, Sand- und Lehmböden hängen im Grade ihrer Produktionsfähigkeit aufserordentlich von ihrer geologischen Abstammung ab! Auf den Phosphorsäurereichtum des Bodens ist der Reichtum der verwitterten Schichten an Petrefakten von Einflufs, für den Kaligehalt ist es von gröfster Bedeutung, ob Salz- oder Süfswasserfacies vorliegt. Und wie aufserordentlich verschieden der Kalkgehalt sedimentärer Verwitterungsböden sein kann, das beweist wohl am besten ein Vergleich des Buntsandsteins oder sandigen Tertiärbodens mit demjenigen des Muschelkalkes. Der heimische Landwirt, welcher die deutschen Bodenarten in jener gekennzeichneten Weise mühsam zu sondern bemüht ist, wird sich in den weiten Gebieten der deutschen Kolonieen Ost- und Südwestafrikas vergeblich nach einer ähnlichen Arbeit umsehen, und wenn ich es daher unternahm, in einem früheren Abschnitte allgemeingültige Betrachtungen über die chemische Zusammensetzung tropischer Ackererden anzustellen, so wird man obendrein in Rücksicht auf die dortige Gleichartigkeit uud Langjährigkeit der Verwitterungsprozesse es jetzt wohl begreiflich finden, wie wenig gewagt ein derartiges Unternehmen war.

Ich habe schon zu oft davon geredet, in welcher Weise das Muttergestein den Nährstoffreichtum der Ackererden modifiziert, als dafs ich noch nötig hätte, hierauf noch einmal namentlich in Rücksicht auf neuvulkanischen Verwitterungsboden der Tropenländer einzugehen; aber ich möchte es nicht unterlassen hier noch einmal besonders darauf aufmerksam zu machen, dafs die Thon-, Lehm-, Löfs- und auch Sandböden, mögen sie sich in primärer oder sekundärer Lagerung befinden, stets auf ihren Ursprung zu prüfen sind, wenn man über ihren Kulturwert ein zuverlässiges Urteil gewinnen will. Ich bitte daher am Schlufs dieses Abschnittes sich das ins Gedächtnis zurückzurufen, was ich über diese Bodengebilde früher ausgeführt habe.

Schlufs des Kapitels.

Indem ich den für die Agrikultur so gewichtigen Abschnitt über die klimatischen, atmosphärilischen und lithosphärischen Verhältnisse beende und damit zum Schlufs der Erörterungen über die Grundlagen der tropischen Agrikultur gelangt bin, kann ich es nicht unterlassen, auf einige allgemeine Erörterungen einzugehen, die sich hier aufdrängen und die Entwickelung der gesamten Landwirtschaftslehre betreffen.

Es liegt in der Eigentümlichkeit der vom Standpunkt der lokalen landwirtschaftlichen Produktion an die Landwirtschaftslehre gestellten Anforderungen, dafs diese Wissenschaft stets Gefahr läuft, ihre Lehren mehr denn jede andere in regionaler Beschränkung zu entfalten, und dadurch jenes allen Wissenschaften nachgerühmten Charakterzuges verlustig wird, der in der Allgemeinheit derselben seinen Ausdruck findet.

Die Anforderungen der Praxis an die Landwirtschaftslehre, ihr zu dienen, sind ja durchaus berechtigt, aber will man den wissenschaftlichen Charakter derselben nicht verloren gehen lassen, so darf man sich nicht darauf beschränken, den spontanen Anforderungen allein zu entsprechen. Dafs sich die Lehre, welche speciell den praktischen zufällig vorliegenden Bedürfnissen nach wissenschaftlicher Klärung bestimmter Fragen des Ackerbaues wie der Viehzucht eines engeren Kreises — von welchen die Rentabilität des landwirtschaftlichen Betriebes desselben abhängig ist — nachkommt, gröfserer Aufmerksamkeit erfreut, als diejenige, welche sich auf die breite Basis der allgemeinen wissenschaftlichen Doktrin stellt, liegt wohl in der Natur der Dinge, aber dennoch giebt sich auch die letztere zu Zeiten der allgemeinen Praxis wieder als vollständig unentbehrlich kund. So hat denn auch wohl gerade das vorliegende Kapitel dargethan, wie die Lehre von der Landwirtschaft, ohne auf das eingehendste auf die reinen Naturwissenschaften in ihrer ganzen Gesamtheit zurückzugreifen, fast geradezu hülflos dasteht.

Man wird nun vielleicht einzuwenden sich berechtigt halten, dafs die tropische Landwirtschaft in nichts das Studium der Landwirtschaft an den deutschen Universitäten und Hochschulen angeht, und das ist in Bezug auf ihre praktische Ausübung auch zum gröfsten Teile richtig, da ja auch die heimische Praxis der Landwirtschaft in den Tropen nicht erlernt werden kann. Aber das Studium der Landwirtschaft an der Universität soll dadurch, dafs

es sich auf eine breite Basis der Wissenschaft stellt, Sorge tragen, ein Verständnis aller Theorieen der Landwirtschaftslehre herbeizuführen und zu fördern, sonst gehört es nicht in diese Anstalten, sondern in den Kreis der gewerblichen oder der Fachschulen. Es ist doch aber auch die gewichtige und mit jedem Tage wichtigere Aufgabe des landwirtschaftlichen Studiums an der Universität, nicht allein praktische Landwirte auszubilden, sondern auch Lehrer für die grofse Zahl der Fachschulen. Wanderlehrer für das Landvolk, Sekretäre für die landwirtschaftlichen Vereine, Agrikulturchemiker für die Versuchs- und Kontrollstationen und andere mehr, welchen eine breite natur- und volkswissenschaftliche Basis zukommt. Es erfüllt daher die Lehre der Landwirtschaft an den Universitäten und Hochschulen ihre Aufgabe nicht, wenn sie nur spontane Forderungen der heimischen Praxis, die ja ihre volle Berechtigung haben, bearbeitet und in der Lösung dieser ihre vornehmste Aufgabe erblickt.

Wenn heute die Landwirtschaftslehre in Deutschland aufserheimischen Verhältnissen sehr häufig nahezu urteils- oder kritiklos gegenübersteht, und wenn z B. die Frage „was ist tropische Landwirtschaft und worauf basiert dieselbe?“ nur einem sehr geringen Teile der Landwirtschaft-Studierenden verständlich ist, so ist das doch wohl der beste Beweis, auf welche einseitige oder schmalspurige Bahnen diese Wissenschaft in Deutschland geraten ist, und wie sehr man es sich angelegen sein lassen sollte, sie auf eine breitere Basis zu stützen. Die Landwirtschaftslehre in England, zwar weit davon entfernt, uns in ihren Institutionen — welche ich früher einmal behandelt habe — als Muster dienen zu können, hat, wenn auch nur aus rein praktischen Gründen, es doch nicht versäumt, wenigstens in Cirencester, der ersten landwirtschaftlichen Akademie Englands, auf die tropische Agrikultur Rücksicht zu nehmen. Daran könnten wir uns, die wir uns doch nun auch kolonialen Besitzes erfreuen, ein Beispiel nehmen!

Es ist ferner sehr bezeichnend für den Stand der heutigen Wissenschaft, dafs das so wichtige Kapitel der Klimalehre, welcher man in der Forstwissenschaft schon ganz besondere Aufmerksamkeit zuwendet, meines Wissens zur Zeit auch nicht an einem einzigen Lehrstuhl der deutschen Landwirtschaft besondere Berücksichtigung findet, und dafs die ganze deutsche landwirtschaftliche Litteratur nur ein verhältnismäfsig sehr geringes Material aufzuweisen hat, welches auf diesem Gebiete Aufklärung bieten dürfte. Etwas besser schon steht es mit der landwirtschaftlichen Lehre vom Boden, der gerade in Deutschland so grofse Vielseitigkeit besitzt und Beachtung herausfordert. Aber auch

die Bodenlehre dürfte doch wohl einer erheblichen Erweiterung zugänglich sein. Wie es heute mit derselben steht, geht schon daraus hervor, dafs die für die Landwirtschaft so wichtigen geologischen Landeskarten mehr den rein wissenschaftlichen geologischen Bedürfnissen dienen als von den praktischen Landwirten in richtiger Würdigung ihrer Bedeutung ausgenutzt werden, obwohl ihre Entstehung nicht zum wenigsten gerade der landwirtschaftlichen Verwaltung des Landes zu verdanken ist.

Fast möchte ich sagen, dafs wir uns heute in der Landwirtschaftslehre trotz aller Regsamkeit in der Heimat in einem mit dem vergleichbaren Zustande befinden, welcher damals, als Thaer die Lehre begründete, herrschte. Heute gilt es an ihren Ausbau die letzte Hand zu legen!

Hoffen wir, dafs durch unseren kolonialen Besitz die Anregung zur Vertiefung und Erweiterung der landwirtschaftlichen Doktrin gebracht wird, auf dafs wir nicht dereinst — wozu sich heute die Lehre der englischen Landwirtschaft bereits anschickt — in Nordamerika oder bei anderen Völkern borgen gehen müssen.

DRITTES KAPITEL.

Die wilden Naturerzeugnisse, ihre Abhängigkeit von den natürlichen Grundlagen und ihre Bedeutung für die Beurteilung eines Landes.

Während die Kultur Pflanzen wie Tiere und den Menschen selbst aus ihrer ursprünglichen Heimat über die ganze Erde geleitet und ihnen überall dort, wo nur irgend die Existenzbedingungen vorhanden oder zu schaffen sind, eine neue Heimat bereitet, von der aus ihre Verbreitungs-, Entwickelungs- und Anpassungsfähigkeit von neuem zur Geltung gelangen kann, sind die natürlichen Gebilde der Pflanzen- und Tierwelt wie auch des Menschengeschlechts in ihrer selbständigen natürlichen Verbreitung über die Erde Beschränkungen unterworfen, gegen welche sie mehr oder minder stetig und erfolgreich, aber zuweilen auch erfolglos ankämpfen. Dieses hat dazu geführt, dafs sich im Laufe der Jahrtausende verschiedenartige natürliche Konstellationen innerhalb der pflanzlichen, tierischen und menschlichen Organismen gebildet haben, welche indessen durchaus nicht festliegen, sondern einer steten Erweiterung oder Verengung unterworfen sind. Die Gesichtspunkte, von denen aus dieselben zu betrachten sind, sind einerseits morphologischer, andrerseits biologischer Natur und schliefslich lassen sich noch auf Grund zusammengenommener morphologischer und biologischer Thatsachen Sonderungen erkennen, die als formale Massenerscheinungen nicht zu übersehen sind.

Ist es in den morphologisch gesonderten Kreisen vornehmlich die Vererbungsfähigkeit und Ausbreitungsfähigkeit der Individuen, welche den Konstellationen zu Grunde liegt, so liegt bei den biologisch gesonderten das trennende Prinzip in der verschiedenartigen Anpassungsform an die gebotenen und vorhandenen Existenzbedingungen. Zu

Konstellationen in den formalen Massenerscheinungen bietet dann die Art der Gruppierung Unterscheidungsmerkmale.

In der Botanik hat man bereits nach diesen Gesichtspunkten durchgearbeitete Systeme geschaffen, welchen die Pflanzengeographie in den Begriffen Flora, Vegetation und Vegetationsformation Ausdruck verleiht. Analog vermag die Anthropogeographie nach Rassen, Völkern und Kulturzustand das Menschengeschlecht zu sondern. Mit gleichem Geschick vermögen sich die Prinzipien in der Zoogeographie Beachtung zu verschaffen, auch hier sind morphologische, biologische und Gruppensonderungen nicht zu verkennen.

Je nach den Sonderungsprinzipien fallen nun die Grenzlinien aus. Liegt das morphologische vor, so vermögen, wenn auch nicht in den Hauptkreisen, so doch in den Unterabteilungen Gebirge, Wüsten, Meere, breite Ströme häufig recht scharf abgeschnittene Linien zu gewähren. Liegt das biologische Prinzip vor, bei welchem die Form der Anpassung trennt, so sind die Linien verwischt und allmähliche Übergänge haben sich ausgebildet, entsprechend den zumeist allmählichen Veränderungen in den Existenzgrundlagen der Organismen, welche vornehmlich durch die verschiedenartige zonale, regionale und lokale Verschiebung von Wärme, Licht, Feuchtigkeit, Atmosphärilien über den Erdball und die verschiedenartige, auch zonale, aber mehr noch regional und lokal wechselnde physikalische, chemische, organogene und vegetative Beschaffenheit der Erdrinde vertreten werden.

Es mufs hier nun besonders betont werden, dafs die relativ recht weit zurückreichende Phase der heute vorliegenden gesamten Erdentwickelung unseres Planeten und namentlich der schon gewaltig zu verspürende Eingriff des Menschen selbst in die Erdentwickelung bereits dazu geführt hat, dafs die Abgrenzungen nach morphologischen Prinzipien aufserordentlich verwischt sind, so dafs etwaige pflanzliche oder tierische oder menschliche Urtypen oder Ursprungscentren kaum oder doch nur selten noch zu erkennen sind. —

Am meisten greifen die verschiedenen Florenreiche und Vegetationsgebiete ineinander über, weil hier die Faktoren, welche an der Pflanzenverbreitung mitwirken, zu mannigfaltig und zu mächtig sind. Flufs- und Meeresströmungen tragen die Samen und Ableger ohne Wahl in fremde Gebiete, Winde und Stürme entführen sie, und namentlich wenn Flugapparate den Samen anheften und die Fortführung erleichtern, bieten weder Ströme noch Wüsten noch Meeresarme unüberwindliche Hindernisse der Ausbreitung. Vögel legen ferner auf ihren Wanderungen die Samenkörner in weit entfernten Ländern nieder und vierfüfsigen Tieren heften sich dieselben in Fell

und Pelz, um in anderen Gebieten zur Keimung und Entwickelung zu gelangen. Schließlich überträgt auch der Mensch aus Freude oder aus wirtschaftlichem Interesse die Arten in die entlegensten Winkel der Erde. Für letzteres bietet speciell St. Helena und noch mehr Neu-Seeland ein sehr interessantes Beispiel und zahllose andere Erscheinungen, besonders die Wanderungen der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, ließen sich hier anführen. Zieht man nun ferner in Erwägung, in wie hohem Maße gerade die Pflanzenwelt sich in der Länge der Zeit neuen Verhältnissen zu accommodieren vermag, so wird man die Verwischung der Grenzlinien der Flora und Vegetation sehr wohl verständlich finden. Ist diese nun auch wohl im allgemeinen durchaus vorhanden, so bleiben doch noch viele Faktoren vollkräftig wirkend bestehen, welche namentlich klimatisch und pedologisch sich Geltung verschaffen und vornehmlich auch regional und lokal zum Ausdruck gelangen. Die also hervorgerufenen Erscheinungen sowie die der botanischen Formation werden uns später wertvolle Anhalte für die agrikulturelle Bedeutung unserer afrikanischen Kolonieen bieten.

In der Tierwelt sind die morphologischen sowie die biologischen, zonalen und regionalen Abgrenzungen schon schärfer, weil einesteils die Tierwelt dort, wo ihr die Existenzbedingungen nicht durch den Menschen geboten werden, in ihrer Verbreitung weit abhängiger ist von den ungleich verteilten Gaben der Natur, als die Pflanzenwelt, und weil sie ferner — zwar mit vielen Ausnahmen, namentlich der Vögel — sich schwerfälliger in Bezug auf Wanderung und Anpassung erweist. Es wird einer Pflanzenart vermittelst des Samens viel leichter gelingen, sich über das Meer oder einen Wüstenstrich zu bewegen — zumal mit Hülfe von Zwischenstationen — als einer Tiergattung, welche fast alltäglich mit denselben unabwendbaren Lebensansprüchen an die Existenz auftritt. Es kann daher gerade die Tierwelt in ihrer regionalen und lokalen Verbreitung unter Umständen recht wertvolle Winke bieten für die Eigenartigkeit der uns interessierenden Länder.

Auch das Menschengeschlecht läßt vornehmlich dort, wo es noch mehr oder minder auf die ursprünglichen Gaben der Natur angewiesen und kulturellen Einflüssen fern geblieben ist, je nach den morphologischen und biologischen Unterscheidungsprinzipien scharfe Absonderungen erkennen, und nicht zum wenigsten hat hier die gegenseitige Befeindung dazu beigetragen, daß Grenzlinien sich noch vielfach in aller Schärfe aufrecht erhalten haben. So pflegt ein jedes Land und jede Region einem Volke oder einem Stamme einen ganz bestimmten

Stempel aufzudrücken, und je nach der Abstammung, der Abhängigkeit von der unmittelbaren Natur und dem kulturellen Zustande, welcher sich eingebürgert, vermögen wir zu unterscheiden. Es macht sich aber hier wie in der Tierwelt ein instinktiver Wille und ein vernunftgemäfses oder doch von der Natur unabhängiges Handeln geltend, und infolgedessen sind vor allem die äufseren Erscheinungen menschlicher Gruppierungen oder Thätigkeit nicht immer der Ausdruck dessen, was die Natur der Dinge vielleicht erwarten liefse. Dieses ist nicht nur in kulturell entwickelten Ländern der Fall, sondern nicht minder in vollständig unkultivierten.

Der Wille und die Laune der Völker, welche in ihrer Geschichte zum Ausdruck gelangen, vermögen sehr häufig andere Verhältnisse zu schaffen, als den natürlichen Grundlagen angepafst erscheinen. So haben z. B. die traurigen politischen Verhältnisse der Balkanhalbinsel im kultivierten Europa Zustände gefördert, die nichts weniger als eine Blüte der Landwirtschaft darstellen, zu welcher daselbst die natürlichen Unterlagen in hohem Grade berechtigen könnten. Andererseits giebt es in ganz unkultivierten Gegenden und namentlich Afrikas der Umstände sehr viele, welche die Naturvölker von entwickelter Agrikultur, intensiver Ausnutzung des Bodens, der Haltung umfangreicher Viehherden, Erweiterung und Konsolidierung der Stämme und einer dichten Bevölkerung abhalten und in von der Natur gesegneten Distrikten häufig die traurigsten Verhältnisse schaffen. Hier quält sich mit Mühe und Not ein arbeitsamer und mifsachteter Stamm mit kärglichem Boden ab, dem er eine relativ reiche Produktion entlockt, dort, wo die Natur mit vollen Händen spendet, verkommt ein anderer in Faulheit, Weichlichkeit, Feigheit und Nichtsthun. Aber dennoch vermag auch die Anthropogeographie eines weiten Gebietes bei kritischer Betrachtung beachtenswerte Aufschlüsse über die Natur eines Landes zu bieten.

Diese allgemeinen Erörterungen werden als Vorbemerkungen für die drei Abschnitte dieses Kapitels genügen. Wir wenden uns nun jenen Einzelheiten zu, welche für die agrikulturelle Beurteilung unkultivierter Länder von speciellem Werte sind.

1. Die wildwachsende Flora der Tropen in ihrer Abhängigkeit von den natürlichen Verhältnissen.

Die Gesichtspunkte, von denen aus die natürlichen pflanzlichen Zustände einer Gegend zu betrachten sind, wenn man aus ihnen Schlüsse auf die Möglichkeit einzuführender Kultur, d. h. einen Ein-

blick in die natürliche Produktionsfähigkeit der Grundlagen der Agrikultur (die Atmosphäre mit ihren Eigenschaften, wie Wärme, Licht, Feuchtigkeit, Atmosphärilien, und der Boden mit seinem physikalischen Verhalten und seinen chemischen Substanzen) gewinnen will, sind, wie ich oben bereits angedeutet, folgende:

Erstens handelt es sich darum, zu erkennen, welche Florenreiche oder -gebiete es sind, die insbesondere angetroffen werden und der Gegend einen bestimmten floristischen Charakter (Florenreiche) verleihen, zweitens sind die Formen von Bedeutung, in welchen die Pflanzenwelt oder einzelne Vertreter derselben vegetieren (Vegetationsformen), und drittens bietet die Gruppierung der Flora und Vegetation (die sogenannte Vegetationsformation) einen sehr gewichtigen Anhalt.

Beginnen wir mit den Florenreichen und Florengebieten, die uns in den Tropenländern vornehmlich entgegentreten, und versuchen wir aus der Anwesenheit bestimmter charakteristischer Vertreter der Flora Schlüsse auf Klima und Boden zu ziehen.

a. Tropische Florengebiete in ihrer Hindeutung auf die Kulturfähigkeit eines Landes[1].

Als Pflanzenordnungen, welche sich vornehmlich durch Verbreitung über den Erdball auszeichnen, nennt Drude in seiner Pflanzengeographie folgende: Palmen, Coniferen, Cupuliferen, Ericaceen, Myrtaceen, Proteaceen und Liliaceen. Von diesen nehmen unser Interesse hier fast ausschliefslich die Palmen in Anspruch. Nadelhölzer und Cupuliferen sind in Afrika recht spärlich vertreten, auch die Myrtaceen zeigen daselbst nur eine sehr beschränkte Entfaltung, und die anderen Ordnungen bieten für unsere Zwecke wenig praktisch Wertvolles. Die Palmen indessen sind als vornehmste und charakteristische Vertreter der Tropenländer einerseits in aufserordentlich mannigfaltiger Artengliederung (in Summa ca. 1000 Arten) vorhanden, von denen eine grofse Zahl floristische wie vegetative Sonderung an sich trägt, und andererseits hat diese Ordnung so markante Erscheinungen, dafs fast alle Reisenden, wo sie diese oder jene Art antreffen, ihrer auch Er-

[1] Vgl. hierzu und zu dem folgenden: A. Grisebach, Die Vegetation der Erde. Leipzig 1872. — Dr. Oskar Drude, Handbuch der Pflanzengeographie. Stuttgart 1890. — Dr. Neumayers Anleitung zu wissenschaftlichen Beobachtungen auf Reisen. 2. Auflage. Berlin 1888. II. Teil. S. 139—190. — Dr. A. Woeikoff, Die Klimate der Erde. Kap. 12 u. 13. I. Teil. S. 241—296. — Alexander Supan, Grundzüge der physischen Erdkunde. X. Kapitel. S. 384 bis 455. — Dr. Hanns Reiter, Die Konsolidation der Physiognomik, als Versuch einer Ökologie der Gewächse. Graz 1885.

wähnung gethan haben. Wo bestimmte Palmenarten in massiger Entwickelung oder in spärlicher Verbreitung oder in verkümmerter Form genannt werden, ist auch gemeiniglich ein drastischer Anhalt für die Beurteilung des Klimas und die Produktionsfähigkeit des Bodens geboten.

Wenngleich sich auch die Palmenflora in ihren äufsersten Ausläufern nördlich wie südlich vom Äquator nahezu bis zu dem 45. Breitengrade erstreckt und in Columbia und Bolivia bis zu Höhen von 3000 Metern ansteigt, so beschränkt doch ihre Organisation das natürliche Vorkommen auf Gegenden ohne Winterfrost und ohne lang anhaltende Sommer- und Winterdürre. Wo also Palmen in Tropenländern wie in den Subtropen fehlen, ist man in hohem Grade berechtigt, anzunehmen, dafs in jenen vegetationsstörende Faktoren vorliegen. Es ist zwar richtig, dafs eine bestimmte Pflanze vollständig für ein Klima und einen Boden geeignet sein kann und man ihr nur deshalb daselbst nicht begegnet, weil ihre Heimat und die Orte, wohin sie sich bis jetzt verbreitet hat, so weit von den betreffenden Orten entfernt sind, dafs sie bei den bestehenden Bedingungen dorthin nicht getragen werden konnte. Dieses mag auch wohl in Bezug auf einzelne Tribus oder Arten dieser grofsen Ordnung der Palmen vollständig unbeanstandet anzuerkennen sein, aber bei der aufserordentlichen Verbreitung der Palme in Tropenländern und der grofsen Zahl ihrer Arten berechtigt jedes Fehlen derselben doch stets zunächst zu dem Schlufs, dafs die Vegetationsbedingungen derselben nicht vorhanden sind.

Für die Verbreitung der Palmen ist es ein Grundsatz, dafs einzelne Arten zumeist relativ enge Bezirke bewohnen. Nur wenige Arten, wie Cocus nucifera, Elaeis guineensis, Phoenix dactylifera, Borassus flabelliformis, haben sich über grofse Strecken mehrerer oder auch nur eines Kontinents zu verbreiten vermocht. Vornehmlich besteht eine scharfe Trennung in der Verbreitung der Palmen zwischen der westlichen und östlichen Erdhemisphäre und nur auf der Westküste des äquatorialen Afrika und der Ostküste des äquatorialen Amerika hat ein Austausch, aber auch nur von zwei Arten stattgefunden. Wir dürfen uns daher wohl darauf beschränken, nur derjenigen Arten zu gedenken, welche für die östliche Hemisphäre speciell in Betracht kommen.

Von den 4 Unterordnungen der Palmen sind vornehmlich die Borassinen auf Afrika angewiesen. Borassus und Hyphaene sind innerhalb Afrika die weitverbreitetsten Gattungen.

Von den Coryphinen, der anderen Unterordnung, ist in Afrika

nur Phoenix vertreten, während die Sabaleen, die ein feuchtheifses Klima lieben, daselbst fehlen.

Von den Lepidocaryinen, der 3. Unterordnung, sind die Raphien mit 4 Gattungen tropisch afrikanisch; von den kletternden Calameen (Rotangpalmen) finden sich nur wenige Arten auf der Westseite in feuchtheifsen Urwäldern.

Von den Cerophylinen, der 4. Unterordnung, sind nur zwei Repräsentanten der Cocoineen, die Kokospalme und die afrikanische Ölpalme — vielleicht aus Amerika verschlagen — in Afrika anzutreffen.

Die Zahl der hier aufgeführten Gattungen und Arten ist demnach nur eine verhältnismäfsig beschränkte. Borassus, Hyphaene, Phoenix, Raphia, Calamus, die Kokospalme (Cocos nucifera) und die Ölpalme (Elaeis guineensis) werden unsere Aufmerksamkeit ausschliefslich in Anspruch nehmen.

Von diesen kennzeichnen weniger Borassus als vielmehr Hyphaene das periodischen Trockenzeiten ausgesetzte Kontinentalklima. Die Loangoexpedition, welche an der Küste arbeitete, sah Borassus niemals und Hyphaene (guineensis) nennt Peschuël-Lösche ein Kind der offenen Landschaft. Auch Phoenix kennzeichnet ein trockenes Kontinentalklima und ist daher eine in Afrika weit verbreitete Gattung. Dahingegen lassen die Raphiaarten und die Kletterpalmen ein stets feuchtheifses Klima mit geringer Temperaturamplitude erkennen. Dasselbe kennzeichnet auch die Ölpalme, und die Kokospalme beansprucht daneben noch die Einwirkung der Meeresluft oder doch salziger Seeluft, sowie sanfter oder starker Seebrisen. Zwar kommt die letztere auch in höheren Lagen und im Innern des Landes vor, doch zumeist alsdann mit beschränkter Fruchtentwickelung und in verkrüppelten Formen.

Wo immer Vertreter der einen oder anderen Gattung angetroffen werden, kann man mit Bestimmtheit Schlüsse auf jene zu Grunde liegenden Vegetationsverhältnisse ziehen.

Aufser den Palmen beanspruchen auch noch einige andere Vertreter der Pflanzenwelt für kleinere oder gröfsere Gebiete eine die zukünftige Kultur interessierende Beachtung, von denen folgende noch aufgezählt seien. Der Affenbrotbaum, Adansonia digitata, ist ein echter Repräsentant des heifsen Afrika. Seine Heimat ist die offene Savanne, er meidet die geschlossenen Regenwälder. Durch Abwerfen des Laubes giebt er alljährliche intensive Trockenperioden zu erkennen; indessen charakterisiert er nicht Steppen- oder Wüstenklima, sondern Küstenklima mit intensiven Trockenperioden.

Im Gegensatz zu ihm kennzeichnet Pandanus das feuchtheiße Küstenklima, dem auch der eigentümliche Aufbau, das System der Luftwurzeln, wie die ganze Vegetationsform angepaßt erscheint.

Papyrus (Cyperus Papyrus) läßt auf Niederungen mit sandig moorigem oder besser gesagt sandig sumpfigem Untergrund schließen.

Dieses ist in der Hauptsache die morphologisch charakteristische Flora Afrikas, die häufig in Reisebeschreibungen Erwähnung findet. Es ließe sich hier zwar noch manche andere Art hinzufügen wie auch zum Vergleich darauf hinweisen, welche Hölzer speciell in Südbrasilien nach den Erfahrungen der Kolonisten gutes Kulturland verraten[1], doch will ich davon abstehen, weiteres zu besprechen, und mich darauf beschränken, im zweiten Teil der Arbeit, wenn wir die Floren der einzelnen Gebiete Revue passieren lassen, diese Erörterungen zu ergänzen.

Waren es indessen hier nur einzelne Vertreter, welche als Charakteristica eines Florengebietes genannt zu werden verdienten, so muß doch auch noch derjenigen Florengenossenschaften gedacht werden, die, nicht durch besondere biologische Vegetationsformen ausgezeichnet, sich auf bestimmten Grundlagen zusammengestellt haben, indem sie sich der Eigenartigkeit, insbesondere den chemischen Substraten des Bodens anpaßten. Auch in der Landwirtschaftslehre der gemäßigten Zone sind dieselben bekannt, und wie man hier Sand-, Kalk-, Thon- und Salzpflanzen in der wilden Flora unterscheidet und zur Charakteristik des Bodens namhaft macht, so ist auch eine gleiche Differenzierung der tropischen Flora nach dieser Seite hin vorhanden. Sofern die äußere Erscheinung des Bodens nicht genügt, Schlüsse auf seinen Untergrund und besonders die chemische Zusammensetzung desselben zu gestatten, bietet hierzu unter Umständen in der angedeuteten Weise die Vegetation die Hand.

Man hat nun zwar neuerdings die Behauptung aufgestellt, daß es weniger die chemische Zusammensetzung des Bodens sei, welche die Anpassung einer bestimmten Flora zur Folge hat, als vielmehr die physikalische Eigenschaft desselben, welche zum Teil eine Folge der chemischen Zusammensetzung ist. Mannigfaltige Beispiele sind namhaft gemacht, nach denen eine bisher als Kalk- oder Salzpflanze aufgeführte Art auch gleich freudiges Wachstum auf anders zusammengesetztem Boden verrät. Aber dennoch läßt es sich nicht leugnen, daß gewisse chemische Bestandteile des Bodens, in reichlichster Menge vertreten, von größtem Einfluß auf die örtliche Entwickelung der

[1] Dr. F. W. Dafert, Landwirtschaftliche Jahrbücher 1890. Bd. XIX S. 191.

Flora sind. Vor allem gilt dieses für die Halophyten[1], und wo diese Pflanzen mit ihren charakteristischen ungewöhnlich dicken durchscheinenden Internodien, mit ihren dicken fast durchsichtigen cylindrischen Blättern, welche gleich den Internodien eine helle rosenrote Farbe besitzen, stark vertreten sind, kann man stets auf einen reichlichen, zuweilen überreichlich und dann krustenförmig sich absetzenden und äufserlich erkennbaren Salzgehalt des Bodens rechnen. Eine derartige Flora kennzeichnet den Boden in vielen Fällen nicht nur als dem Anbau der Kulturpflanzen absolut unzuträglich — falls eine Auslaugung des Bodens nicht zu bewerkstelligen ist —, sondern läfst die Vegetation gleichzeitig auch als ungeeignet für Weidebetrieb erkennen.

Inwiefern in den Tropen die wirklichen Kalkpflanzen eine besondere floristische Rolle besitzen, vermag ich nicht zu beurteilen. Für die agrikulturelle Beurteilung unserer afrikanischen Besitzungen werden sie vermutlich nicht von hoher Bedeutung sein. Wo immer aber in der Litteratur unserer Kolonieen sich ein Hinweis auf Pflanzenindividuen bietet, die als Kalkpflanzen angesprochen werden könnten, werde ich die Gelegenheit, einige theoretische Erörterungen nachzuholen, später nicht übersehen.

Von einer Besprechung der Sand- (Kiesel-), Thon-, Humus- und Sumpfflora darf ich hier wohl gleichfalls absehen, da diese Bodenarten auch ohne Betrachtung ihres Pflanzenkleides zu erkennen sind und die Reisebeschreibungen eigentlich niemals ermangeln, diese allgemein verständlichen Bodenarten aufzuzählen. Ob man schliefslich berechtigt ist, einige Pflanzenarten als charakteristische Lateritpflanzen hinzustellen, dürfte mir sehr zweifelhaft erscheinen.

Bietet nun auch wohl die Vertretung der Flora schon manchen gewichtigen Wink für die Kulturfähigkeit einer Gegend, so ist doch derjenige wertvoller, welcher in den Vegetationsformen und sodann den Vegetationsformationen eines Gebietes vorliegt.

b. Tropische Vegetationsformen in ihrer Hindeutung auf die Kulturfähigkeit eines Landes.

Bezüglich der Vegetationsformen, als Ausdruck der Lebensfunktionen der Pflanze und ihrer Anpassung an die Bedingungen ihrer Existenz, bieten die aus reinem pflanzengeographischen Interesse zu-

[1] Karl Brick, Beiträge zur Biologie und vergleichenden Anatomie der baltischen Strandpflanzen. Bresl. Inaug.-Dissertation 1888, eine Arbeit, welche einen sorgfältigen Überblick und Litteraturangabe über die Halophyten enthält.

erst von **Humboldt** aufgestellten physiognomischen Vegetationstypen (16) und alsdann von **Grisebach** auf 54 (seit 1872 auf 60) vermehrten Vegetationsformen einen wertvollen Leitfaden. **Drude** hat in Dr. Neumayers „Anleitung zu wissenschaftlichen Beobachtungen auf Reisen“ die Grisebachschen Formen präcisierten biologischen Vegetationsklassen untergeordnet, deren er im ganzen 8 aufstellt.

Reiter, welcher auf den Vegetationsformen eine Lehre von der Ökologie der Gewächse aufzubauen versucht, hat folgende Gesichtspunkte für dieselbe geltend gemacht:

1. Zur Unterscheidung der Vegetationsformen sind nur diejenigen Merkmale heranzuziehen, welche, soweit wir heute zu beurteilen im stande sind, als das Resultat nachheriger Anpassung erscheinen.

2. Die Ausrüstung der Formen zur Verrichtung ihrer Lebenserscheinungen ist nicht nur nach ihrem äufseren Habitus, sondern auch nach ihrer inneren Beschaffenheit darzulegen.

3. Nicht nur die durch massenhaftes Auftreten ihrer Individuen auffallenden Formen sind zu berücksichtigen, sondern, soweit es im gegenwärtigen Augenblicke möglich ist, aller durch eigenartige Lebensweise und Ausrüstung gekennzeichneten Typen ist zu gedenken.

In diesen Thesen liegt eine nicht unwesentliche Erweiterung des Systems der Grisebachschen „Vegetation der Erde“, welche darin besteht, dafs dem Gegensatz zwischen Vererbungs- und Anpassungsmerkmalen Rechnung getragen wird, dafs ferner nicht nur der äufsere Habitus, sondern auch die innere Beschaffenheit der Formen berücksichtigt wird, und schliefslich, dafs nicht nur dem geselligen Auftreten der Individuen, sondern auch den Einzeltypen Beachtung zugewandt werden soll.

Hier mufs natürlich von einer ausführlichen Besprechung der Vegetationsklassen und -formen Abstand genommen werden, ich kann vielmehr, nachdem der Stand der Lehre flüchtig gekennzeichnet, nur das herausgreifen, was für unseren Zweck praktisches Interesse haben dürfte. Dabei werden uns auch nur die äufseren makroskopisch erkennbaren Formen beschäftigen können, denn die mikroskopischen Studien auf dem Gebiete der Ökologie der Gewächse sind noch zu wenig ausgebaut und berücksichtigt, als dafs sie für die Beurteilung klimatischer oder pedologischer Thatsachen allzeit sicheren Anhalt bieten dürften. Bei den folgenden Darlegungen handelt es sich natürlich nur um normal ausgebildete pflanzliche Erscheinungen; dennoch können auch unvollständig und kümmerlich entwickelte, wie wir oben einmal sahen, für die Beurteilung eines Gebietes der Beachtung wert sein.

Bevor ich nun die Reihe der Formen, welche hier in Frage kommen, vorführe, müssen noch einige allgemeine Erörterungen vorausgeschickt werden, welche die Art der Anpassung der vegetativen Organe an die natürlichen Vegetationsfaktoren betreffen. Ich folge hierbei vornehmlich der übersichtlichen und kurzen Zusammenstellung von Reiter[1].

Dort, wo die Bedingungen der Vegetation für die Pflanzenwelt im allgemeinen einen normalen Verlauf nehmen, d. h. einen solchen, bei dem sowohl Wärme, Belichtung, Feuchtigkeit, atmosphärilische Einwirkung, wie die Verhältnisse des Bodens der pflanzlichen Entwickelung jederzeit entsprechen und zusagen, wird die Pflanzenwelt in Geweben wie aktiven Funktionsorganen einen recht gleichartigen Charakter zur Schau tragen. Anders ist dieses, wenn die Einwirkungen der Umgebungen Intensitäten annehmen, welche, wie sich Reiter ausdrückt, „weit über oder bedeutend unter denjenigen des normalen Zustandes sich befinden". Hohe Temperaturabkühlungen, aufserordentliche Wärme, intensives Sonnenlicht, tiefer Schatten, langdauernde Trockenheit, reichliche Niederschläge, ständige hohe Feuchtigkeit der Atmosphäre, salzreiche Böden, alles dieses wirkt auf die Entwickelung und den Habitus der pflanzlichen Organe differenzierend ein und kommt in der Anpassung der Organe an die Bedingungen der Aufsenwelt für uns in ihrer äufseren Erscheinung zur Geltung. Nirgend ist dieses deutlicher zu erkennen, als wo Faktoren wie bedeutende Trockenheit und strenge Kälte regelmäfsig längere Zeit wirken. Intensive Wärme oder Lichtfülle, sowie übergrofse Feuchtigkeit oder auch von Salzen reich imprägnierte Bodenarten bilden nicht in jenem Mafse eigenartige Vegetationsformen als erstere, wenngleich auch sie unverkennbar sie charakterisierende Gebilde hervortreten lassen.

Die Anpassung der Pflanzen an vornehmlich extreme Bedingungen der tropischen Vegetation äufsert sich in der verschiedenartigsten Weise.

Vornehmlich ist es die Epidermis, welche sowohl bei regelmäfsig auftretender langer Trocknis wie aber auch bei anhaltender Feuchtigkeit die gröfste Mannigfaltigkeit aufweist. Wo lang anhaltende Trockenzeiten vorliegen, pflegen resistente Borke oder Korkgewebe an Stelle der Epidermis des Stammes mit ihrer sonst zarten Cuticula zu treten. Zarte Stengel und Blätter werden ferner einer starken Kutikularisierung

[1] Dr. Hanns Reiter, Die Konsolidation der Physiognomik u. s. w. Kap. IV: Die Anpassung der Organe an die Bedingungen der Aufsenwelt.

der Aufsenwände der Epidermiszellen unterworfen, damit dem Wasserdampf der Austritt erschwert und die Transpiration bei trockner Luft reduziert wird. Alle Pflanzen, welche, wie z. B. Aloën oder die australischen Xantorrhoeen, Perioden grofser Trockenheit ausgesetzt sind, haben diese Schutzmittel. Vermöge derselben laufen sie weit weniger Gefahr der Verwelkung als Pflanzen mit zarten Aufsenwänden.

Andere Pflanzen scheiden auf ihren Blättern wachsartige Überzüge aus, die sie reif- und krustenartig überziehen und die Dicke von 0,001 mm anzunehmen pflegen, aber in manchen Fällen, wie bei der brasilianischen Wachspalme (Copernicia cerifera) bis zu 0,019 mm, bei den Blättern des Fennichgrases (Panicum turgidum) auf 0,03 und bei der Epidermis der andinen Wachspalmen (Ceroxylon und Klopstockia) sogar bis zur Stärke von 5 mm ansteigen. Eine ähnliche Erscheinung zeigen in unserer gemäfsigten Zone häufig die Rapsblätter, und es ist experimentell nachgewiesen, dafs die Transpiration der überdeckten Organe also erheblich herabgemindert wird. Lufthaltige Haare als feine Überzüge der Epidermis verhindern ferner gleichfalls die Austrocknung der Gewebe und bewahren den Inhalt derselben andererseits vor den Gefahren schädlicher Einflüsse jäher Temperaturschwankungen.

Von anderen ausgesprochenen Wüstenpflanzen ist es bekannt, dafs sie durch Salzausscheidungen an der oberen Seite der Blätter den atmosphärischen Wasserdampf für ihre eigene Wasserversorgung in regenlosen Zeiten zu gewinnen suchen[1]. So wird von der Reaumuria hirtella, einem ½—1 m hohen Strauche der ägyptisch-arabischen Wüste berichtet, dafs dieselbe durch Ausscheidung eines stark hygroskopischen Salzes aus Stengeln und Blättern die dortige lange Periode absoluten Regenmangels übersteht. Zur regenlosen Sommerzeit wie im Herbste und Winter findet man die Büsche dieser Pflanze in allen Nächten oft von Wasser förmlich triefend in völlig dürrer Umgebung, und es ist durch Experimente nachgewiesen, dafs die mit Salzlösung überzogenen Blätter allein sich in der Sonne frisch und grün erhalten, während der nassen Salzmasse beraubte Blätter verdorren.

Es sind dieses alles Erscheinungen, die ein jeder aufmerksame Reisende, ohne Botaniker von Fach zu sein, erkennen und verstehen kann; schwieriger ist das natürlich, wo der makroskopische Blick nicht ausreicht und das Mikroskop zur Erkennung der Gewebe oder eine chemische Untersuchung herangezogen werden mufs.

[1] Dr. Oskar Drude, Handbuch der Pflanzengeographie. S. 30.

Ich will darauf nicht näher eingehen, sondern nur daran beispielsweise erinnern, dafs die Natur die mannigfachste Einrichtung z. B. zur Stütze der Pflanzen in Strebezellen, die als Gelenkpolster und Gelenkstriemen dienen, getroffen hat. Aufserordentliche Verschiedenheiten finden sich ferner in der Art der Intercellularräume und Luftkanäle und dann namentlich in der Zahl, Verteilung und Beschaffenheit der Spaltöffnungen, die in engster Beziehung zu den Vegetationsbedingungen stehen und bald schalenförmig, bald cylinderförmig, bald krugförmig und trichterförmig vertieft mit Wallöffnungen und Vorhöfen, welche obendrein mit Haaren besetzt sind, angetroffen werden. Aus allen diesen Einrichtungen lassen sich, wo sie allgemein angetroffen werden, mit Sicherheit Schlüsse auf die äufsere Umgebung der Pflanze und die Natur ihres Standorts ziehen.

Aber auch noch andere rein äufserliche Erscheinungen lassen diese zu. Die Form der Blätter der Gewächse wie ihre Stellung zur Achse und zu den Sonnenstrahlen ist in vielen Fällen ausschliefslich das Produkt der Anpassung an die Feuchtigkeits- oder Trockenverhältnisse einer Gegend. Je breiter sich das Blatt entwickelt und je senkrechter die Sonnenstrahlen dasselbe treffen können, desto mehr Feuchtigkeit mufs natürlich der Pflanze für die Transpiration zur Verfügung stehen. Es genügt z. B. der blofse Anblick jener breitblättrigen Caryota obtusa mit ihren ungeheueren Wedeln, um uns sagen zu können, dafs ein solches Gewächs nur dort existieren kann, wo stets die gröfsten Mengen Feuchtigkeit in Niederschlägen und in der Atmosphäre zur Verfügung stehen. Allgemein bekannt ist es ja, dafs in allen Gegenden, die langdauernden Trockenperioden ausgesetzt sind, an den Laubblättern eine Umbildung zu saftlosen Dornen sich vollzogen hat, welche die Transpiration der Pflanze in hohem Grade einschränken. In der Kälte des Winters ist dafür die Nadel eingetreten, welche mit ihren Längsnerven einer Verzerrung der Gewebe kräftigen Widerstand leistet. Wo in den Tropenländern die Nadelform des Blattes vorhanden, wie bei vielen australischen Akazien, liegt stets eine verringerte Transpiration vor.

Andere Pflanzen haben in ihrem Innern ein mächtiges Wassergewebe entwickelt als Reservoir der Feuchtigkeit für trockene Zeiten und dicke fleischige Blattzapfen und saftstrotzende Zapfen und Stämme, während die Oberfläche mit einer bastartigen harten Cuticula überzogen. Hierbei mag vornehmlich an die Kakteen erinnert sein, allgemein als typische Repräsentanten dieser Anpassung an lange Trockenperioden bekannt, welche die fleischige Verdickung der Gewebe in ihrer ganzen Erscheinung zur Schau tragen und in der verschieden-

artigsten Form als Säulenkaktus (Cereus), ein niedriger Strunk, als Feigenkaktus (Opuntia) mit fleischigen Lappen, als Kugelkaktus (Echinocactus und Mamillaria), knollige und höckerige Gebilde, auftreten. Die Gattung Euphorbia mit über 100 fleischigen Arten, besonders in Afrika vertreten, verdient hier noch vornehmlich hervorgehoben zu werden und ferner die Agaven.

Alle Pflanzen mit dicken fleischigen Organen, bekannt unter dem Namen der Blatt- oder Stammsucculenten, sind einem jeden Reisenden, selbst wenn er eine Gegend im frischen Grün der Frühlingsregen antrifft, stets ein sicheres Zeichen baldiger langanhaltender Dürre und zumeist gänzlich kulturunfähigen Landes, sofern Bewässerungsanlagen ausgeschlossen sind. Nur in Ausnahmefällen wird in Gegenden, wo diese Vegetationsformen vorherrschen, ein jährlicher Regenfall von im Mittel über 500 mm zu konstatieren sein.

Neuerdings hat man zwar die Kakteen als ein zukünftiges Futtermittel namhaft gemacht[1]. In Texas sind durch Rösten der Scheiben von Opuntia, nachdem die Stachel durch ähnliche Maschinen, wie man sie zur Zerkleinerung des Stachelginsters (Genista anglica und germanica) anwendet, zerschnitten, Futtermittel gewonnen, welche mit Baumwollensamenkuchen gemischt sehr gute Mastresultate geliefert haben. Es ist damit wenigstens der Beweis geliefert — falls diese Notiz zuverlässig —, dafs der Geschmack der Opuntien dem Vieh gerade nicht zuwider ist; ob die Kakteen aber in trockenen Tropenländern einmal eine ähnliche Bedeutung erlangen werden, wie bei uns die Futterrüben, oder sich überhaupt auch fernerhin als Futtermittel bewähren, müssen wir dahin gestellt sein lassen. Immerhin besitzt diese Notiz einiges Interesse und das um so mehr, als auch die Baumwollstaude eine Pflanze ist, welche eine bestimmte Trockenzeit beansprucht, und in jener Futterzusammensetzung in ihren Samen die der Opuntie fehlenden Proteïnstoffe liefert.

Ähnliche Verhältnisse lang anhaltender Trockenperioden liegen vor, wo Knollen- und Zwiebelgewächse die vorherrschende und weitverbreitete Vegetationsform bilden, und Rhizombildungen in charakteristischer Weise auftreten. Das Wurzelsystem als solches, wo es nicht in seiner Entfaltung durch mechanische Verhältnisse der Erdrinde beeinflufst wird, ist schliefslich auch noch ein gewichtiger Anhalt für die Beurteilung der klimatischen wie auch geologischen Verhältnisse einer Gegend. Wo flachwurzelnde Gewächse

---

[1] Milchzeitung vom 15. Januar 1890.

auf tiefgründigem Boden vorliegen, darf man im allgemeinen den Schlufs ziehen, dafs genügende Feuchtigkeitsmengen der Vegetation alljährlich zur Verfügung stehen; doch dürfte es wohl zu weit gegangen sein, aus dem Vorkommen von tiefwurzelnden Gewächsen das Gegenteil schliefsen zu wollen.

Es liefse sich hier wohl noch manche andere Vegetationsform hinzufügen, welche von Wert ist für die Beurteilung unbekannter tropischer Länder, die der Agrikultur zugänglich gemacht werden sollen; so bieten namentlich auch die Verhältnisse des Blütenzustandes und der Befruchtung, sowie der Fortentwickelung noch manches interessante Merkmal; da aber die Besprechung gezeigt hat, dafs es in der Hauptsache stets dieselben Faktoren sind — Trocknis und Feuchtigkeit —, welche auf die Ausbildung der Vegetationsformen den gröfsten Einflufs ausgeübt haben, so mag es mit dem Vorgeführten seine Bewendung haben. Vielleicht bietet sich später noch die Gelegenheit, Ergänzungen einzuschalten. Man wird aber bereits erkannt haben, von welch grofsem praktischen Werte es sein kann, diesen Verhältnissen besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Die Pflanzengeographie hat nun, wie oben bemerkt, eine grofse Reihe Vegetationsformen aufgestellt, welche sämtlich charakteristische Unterscheidungen darstellen. War es zuerst mehr ein rein systematisches Interesse, welches zur Aufstellung der Vegetationsformen führte, so macht sich heute, nachdem die äufseren Formen konstatiert sind, ein solches geltend, welches dieselben auf ihren Kausalnexus zurückzuführen sucht, dessen Endziel eine Ökologie der Gewächse ist. Eine solche ausgearbeitete Lehre böte dem nach Kulturland suchenden Kolonisten natürlich einen sehr zuverlässigen Leitfaden, aber die Lehre ist bis heute noch so wenig entwickelt, dafs der Kolonist sich mit dem begnügen mufs, was die Vegetationsformen ihm anzukündigen scheinen. Hierzu bedarf es keineswegs der ganzen Reihe derselben; nur wenige sichere genügen als Merkmale für die Beurteilung eines tropischen Landes. In folgender Zusammenstellung der Vegetationsformen, welcher gleichzeitig das hinzugefügt ist, was sie in Bezug auf Klima oder Böden ankünden, will ich versuchen, eine für den zweiten Teil brauchbare Unterlage der Beurteilung zu bieten. Ich beschränke mich dabei ausschliefslich auf die Landpflanzen und von diesen auf die wurzeltragenden chlorophyllhaltigen Stammpflanzen in ihrer äufsern makroskopischen Erscheinung.

A. Holzpflanzen.

a. Klasse der Bäume.

I. Palmenform.

1. Form der Hochpalme, charakterisiert die Tropen und in den verschiedenen Arten:
   - Hyphaene, Kontinentalklima mit langdauernden periodischen Trockenzeiten;
   - Raphia, feuchtheifses Klima;
   - Ölpalme, gleichfalls;
   - Kokospalme, feuchtwarmes Seeklima.
2. Form der Zwergpalme, charakterisiert subtropisches Klima und relativ armen Boden.

II. Form der Farrenbäume (und Farrenkräuter), charakterisiert grofse dauernde Feuchtigkeit der Atmosphäre wie des Bodens.

III. Pandanusform, charakterisiert hohe feuchte Temperatur und und reichlichen Wassergehalt eines meist sumpfigen Bodens.

IV. Xanthorrhoeenform, charakterisiert langanhaltende Trockenperioden und gewöhnlich nährstoffarmen Boden.

V. Weidenform (auch Sträucher), charakterisiert fliefsendes Wasser.

b. Klasse der Sträucher.

VI. Proteaceenform (auch Bäume), charakterisiert dürre Perioden.

c. Klasse der Mangroven.

VII. Mangroveform, charakterisiert schwachen Salzgehalt des sumpfigen Terrains und ständige Feuchtigkeit.

B. Holzige und krautige Pflanzen.

d. Klasse der Stamm- und Blattsucculenten.

VIII. Kaktus- und Euphorbienform, charakterisiert langanhaltende Trockenzeiten und sehr geringen jährlichen Regenfall.

IX. Agavenform, Aloeenform, charakterisiert dasselbe.

e. Klasse der blattlosen Gesträuche.

X. Form der Dorngesträuche, charakterisiert lange Trockenzeiten.

XI. Spartiumform, charakterisiert dasselbe.

f. Klasse der Stauden.

XII. Form der Zwiebelgewächse, charakterisiert lange Trockenperioden.

g. Klasse der ein- und zweijährigen Blütenpflanzen.

XIII. Chenopodeenform, charakterisiert hohen Alkaligehalt des Bodens.

c. Die Vegetationsformation in ihrer Hindeutung auf die Kulturfähigkeit eines Landes.

Unter Vegetationsformation ist die äufsere Erscheinung zu verstehen, welche das Vegetationskleid eines Landes oder engeren Gebietes in seiner Gesamtheit bietet. Es kommt dabei weniger auf floristisch und botanisch systematische Betrachtungen an, als vornehmlich auf die äufsere Gestaltung und Gruppierung der dem Auge sich darbietenden Vegetation. Diese ist nicht minder wie die Vegetationsform das naturgemäfse Resultat der Vererbung wie zusammenwirkender oder störender Vegetationsfaktoren, indessen haben auch häufig, wenn auch nicht ungesetzmäfsige, so doch unnatürliche Eingriffe des Menschen an der Bildung der Vegetationsformationen einen recht nachhaltigen Anteil, und es ist somit die Kausalität der Erscheinung nicht ausschliefslich in der Natur zu suchen.

In fast allen Reisebeschreibungen haben die Vegetationsformationen die umfangreichste Berücksichtigung gefunden sowohl seitens wissenschaftlicher Forschungsreisenden, die den Wert derselben zu würdigen wufsten, als auch seitens jener Reisenden, die nicht aus rein wissenschaftlichen Interessen ihre Beobachtungen schilderten. Die Erkenntnis und Beschreibung der Formationen ist ja auf rein populärer Grundlage möglich!

Bevor ich auf die Besprechung der einzelnen Formationen eingehe, ist noch zu bemerken, dafs dieselben in den meisten Fällen auf Grund eines bunten Gemisches von Pflanzenindividuen hervorgegangen sind; indessen sind auch solche anzutreffen, in denen plantae sociales nahezu den gesamten Bestand ausmachen. Wo diese sich durch besonders eigenartige Vegetationsformen auszeichnen, bieten sie für die Beurteilung der Kulturfähigkeit eines Landes noch besonders wertvolle Merkmale.

Ich teile die Vegetationsformationen der Tropen und Subtropen in Rücksicht auf unsern Zweck in sechs grofse Gruppen, welche wir jetzt der Reihe nach betrachten wollen.

I. Die Waldformation.

Es ist eine schon seit den ältesten Zeiten bekannte Thatsache, dafs dort, wo der Wald gedeiht, sich anbauwürdiges Land gewinnen läfst. Nicht nur bietet der Waldboden, nachdem das Holz gefällt und das Geäste und auch die Stämme niedergebrannt, in den Pflanzenaschen den ersten Kulturen jahrelang einen nährstoffreichen Standort; er läfst auch durch seine Anwesenheit und zumal in ebener Lage erkennen, dafs Klima sowohl wie Boden jedem Wachstum der Kultur-

pflanzen günstig sind. Dafs er selbst in Wechselwirkung zu den klimatischen Erscheinungen steht, ist eine zu allgemein bekannte Thatsache, als dafs es nötig wäre sie hier in ihren Einzelerscheinungen zu besprechen. Nur darauf sei noch hingewiesen, dafs die Umwandlung des Waldlandes in Kulturland, wo dieses systemlos und ohne Rücksicht auf die damit Hand in Hand gehende zukünftige Veränderung des Klimas vorgenommen wird, schwere wirtschaftliche Schädigungen im Gefolge haben kann.

Nicht ohne Bedeutung ist die Stärke des Waldes. Einmal bietet ein Bestand mit kräftigen starken Waldriesen und üppigem, etagenmäfsig abgestuftem Unterholz die Gewifsheit eines nährstoffreichen Bodens (vulkanische Verwitterungsböden!), dann jedoch auch der beginnenden Agrikultur eine sehr erhebliche Beihülfe in der Asche der niedergebrannten Pflanzen. Dieses wissen Kolonisten auf jungfräulichem Waldboden sehr wohl zu schätzen und wird z. B. in Südbrasilien namentlich dort sehr gewürdigt, wo Besitzwechsel nach gerade beendeter Rodung stattfindet.

Von besonderm Wert ist es ferner, zu wissen, in welcher Ausdehnung die Waldformation vorliegt. Je umfangreicher dieselbe das Terrain besetzt hält, desto wertvoller ist, klimatisch betrachtet, natürlich die Kulturfähigkeit des Landes und desto weniger leidet die letztere Gefahr durch gröfsere Waldrodungen beeinträchtigt zu werden. Flufsgelände mit schmalen Galleriewäldern, welche sich an den Strömen angesiedelt haben, sind nicht ohne weiteres als kulturfähige Böden zu betrachten. Setzt die Savanne in kurzer Entfernung an sie an, so kann es sogar sehr gewagt sein, Plantagen ohne die Möglichkeit der Bewässerung am Flufslauf anzulegen. Mit der Rodung des Waldes schwindet dort sehr häufig auch die günstige klimatische Beschaffenheit, die seine Existenz gefördert hat. — Die Galleriewälder sind nicht selten als die ersten Vorkämpfer sich weit ausbreitender Urwälder zu betrachten. Hierbei möchte ich darauf hinweisen, dafs es ein grofser aber doch noch recht häufig wahrzunehmender Irrtum ist, die spontan von einem Reisenden angetroffene botanische Formation als eine vollendete und abgeschlossene Entwickelungsstufe zu betrachten. Ohne jedes Zuthun der Menschen sind sowohl Wälder, wie Prairieen, wie Savannen und Steppen in stetem Wandel und steter Wanderung begriffen, hier der physikalischen oder chemischen (Nährstofferschöpfung) Veränderung des Bodens weichend, dort folgend, hier mit den klimatischen Erscheinungen ringend und sie gar beeinflussend, dort ihrer Gunst folgend. Und wenn z. B. behauptet wird, hier oder dort vermöge der Wald nicht zu gedeihen, so ist das ohne eingehende Angabe der Gründe eine Behauptung, auf

welche ein kritischer Leser keine Rücksicht nehmen darf. Aufserordentlich lehrreich ist, was in dieser Beziehung Woeikoff ausspricht, und es mögen daher seine Worte hier Platz finden. „Viele und unter ihnen berühmte Naturforscher", heifst es[1], „äufsern sich derart, dafs da, wo bei der Ankunft civilisierter Menschen kein Wald war, auch keiner existieren kann. Die Anhänger dieser Meinung nehmen implicite an, der Wald müsse im Kampf ums Dasein immer siegen, wo die klimatischen Verhältnisse ihm die Existenz ermöglichen. Dieses ist aber keineswegs der Fall." „Stubengelehrte mögen im voraus die Unmöglichkeit der Waldkulturen in Steppen behaupten und sich über Versuche derart lustig machen, aber sie sind im Unrechte, denn die Erfolge der Waldkultur in den Steppen Südrufslands, in den Prairieen Nordamerikas und in den Pampas Südamerikas sind ein Faktum, welches sich nicht wegleugnen läfst, und zwar sind die Arbeiten im grofsen vorhanden, Zehntausende von Hektaren sind bewaldet.

Wenn weder jetzt noch in einer absehbaren Zukunft wohl über 10 % einer Steppengegend künstlich bewaldet werden, so ist dieses eine ökonomische und nicht eine klimatische Frage. Es rentiert sich für Private besser, namentlich bei dem schnellen Leben unserer Zeit, das Land als Feld oder Weide zu benutzen, als Wald zu pflanzen. Letztere Arbeiten sind meistens vom Staate gemacht worden, oder wenigstens mit dessen Unterstützung, wie in dem Falle des Waldgesetzes der Vereinigten Staaten.

Die Verteilung der Niederschläge auf die Jahreszeiten ist bei weitem nicht so wichtig für den Wald, wie häufig behauptet wird. Perioden der Dürre sind für Wald weniger schädlich als für viele Feldgewächse, und aus Perioden der Dürre kann nicht die Unmöglichkeit der Waldkultur gefolgert werden.

Aber andrerseits wird auch der Wald dort, wo er lichter ist, oder die Blätter einen bedeutenden wachsartigen Überzug haben, wie viele immergrüne, die Extreme der Hitze und Dürre weniger mildern als die Wälder in Gegenden, wo ergiebiger Regenfall eine üppigere Vegetation ermöglicht.

Wenn jedoch auch der Wald mit dem Niederschlage haushälterisch verfährt, ihn auch bis zu einem gewissen Grade vermehrt, so mufs doch ein gewisses Minimum vorhanden sein; wenn weniger Niederschlag fällt, können Wälder nicht mehr existieren. Dieses Minimum ist natürlich desto höher, je wärmer und trockner die Luft ist. Daher ist es klar, dafs ich, wie alle andern in klimatologischen Fragen Be-

[1] Woeikoff, Die Klimate der Erde. Bd. I S. 293 ff.

wanderten, die sanguinischen Hoffnungen derer nicht teilen kann, welche Wüsten durch Pflanzen von Wald in paradiesische Gegenden zu verwandeln hoffen."

In Bezug auf die Galleriewälder ist noch auf eine Thatsache hinzuweisen, die zu grofsen Irrungen Veranlassung geben kann. Häufig werden dieselben nicht als solche erkannt, und der Reisende, welcher die Ströme im Kanoe befährt oder zu Fufs der Richtung ihres Laufes folgt, läfst sich durch den Anblick der starken Uferwälder verleiten, die ganze Landschaft, welche er am Flufs bereist, als ein von starkem Urwald besetztes Terrain darzustellen. Man wird sich erinnern, dafs auch Stanley auf seinem Emin-Pascha-Zuge das ganze Gebiet nördlich und südlich vom Aruwimi in dem Reisewerke und auf der beigefügten Karte als urkräftigen undurchdringlichen Urwald gezeichnet hat, wie übrigens bereits die alte Vegetationskarte von Berghaus und Engler gleichfalls angiebt. Ich habe mir die erdenklichste Mühe gegeben, in seinem Werke „Im dunkelsten Afrika" für diese Behauptung auch nur einen stichhaltigen Grund zu finden, es ist mir indessen nicht gelungen. Dagegen sind manche klimatische Bedenken zunächst dafür vorhanden, dafs man es hier nicht mit einem über ganz Mittelafrika sich erstreckenden ungeheuer grofsen Urwalde, sondern vermutlich nur mit einem zwar recht breiten Galleriewalde des Aruwimi und Kongo zu thun hat[1].

Grofse Tafellandswälder sind auf der Erdoberfläche innerhalb der Wendekreise nur eine verhältnismäfsig seltene Erscheinung. Grofse Tieflandswälder, die wir aufserhalb der Wendekreise namentlich in Europa allgemein verbreitet finden, sind auch in den Tropen häufiger anzutreffen und namentlich, wenn die Tiefebenen durch breite und vielverzweigte Stromgebiete benetzt werden, wie z. B. das Amazonasstromgebiet darthut.

Sich weit verbreitende Gebirgswälder findet man in den Tropen allgemein, und das ist ja auch wohl verständlich. Dieselben haben indessen für agrikulturelle Unternehmungen nur in selteneren Fällen Wert und bedürfen aufserdem aus klimatischen Rücksichten gröfster Schonung. Das Kamerungebirge ist von einem sehr kräftigen Urwalde, welcher hoch hinaufreicht, überzogen und hier gestattet die Nähe des Meeres, ohne klimatische Befürchtungen zu wecken, eine starke Entwaldung am Fufse desselben und weiter hinauf, nach

---

[1] Das soeben erschienene Reisewerk von Major Gaetano Casati, Zehn Jahre in Äquatoria und die Rückkehr mit Emin Pascha. Bamberg 1891, hat meinen Zweifel vollkommen gerechtfertigt.

welcher sich ein zukunftsreicher Plantagenbau, dessen Vorbilder in Java zu suchen sind, entfalten kann. Darauf werde ich im zweiten Teile näher eingehen! —

Es erübrigt hier noch zu bemerken, dafs die Unterscheidung der immergrünen und regengrünen Wälder aufserordentlich wesentlich bei Urbarmachung eines tropischen Waldes für die Wahl der Kulturen ist. Immergrüne Wälder, wie sie vor allem im indischen und malayischen Archipel angetroffen werden, setzen eine grofse Menge Feuchtigkeit und Niederschläge voraus, und es kommen dabei dann jene Gesichtspunkte zur Geltung, welche ich früher bei Besprechung der Regenmenge zusammenstellte. Regengrüne Wälder setzen periodische Trockenzeiten voraus, und wo die Agrikultur sie verdrängt, hat der Betrieb in der Auswahl der Kulturpflanzen und seiner ganzen Einrichtung von vornherein mit diesen zu rechnen.

II. Die Gebüsch- und Gesträuchformation.

Diese Formation ist weniger in den Tropen als Subtropen verbreitet und findet sich dann vornehmlich in Gebirgshöhen, die dem Walde nicht mehr zusagen. In den Mittelmeerländern, in Australien, in Brasilien und vielen andern Ländern ist diese Formation eine weitverbreitete Erscheinung. In Bezug auf Boden und Klima stellt sie gemeiniglich erheblich geringere Ansprüche als der Wald, worauf schon die gröfsere Mannigfaltigkeit ihrer Vegetationsformen hinweist, welche den besten Aufschlufs über die sie beeinflussenden vegetativen Kräfte giebt. Dort, wo stämmige Bäume zwischen den Gebüschen und Gesträuchen anzutreffen sind, liegen die Verhältnisse der Vegetation häufig schon günstiger, indessen ist wohl zu beachten, welcher Art dieselben angehören. Akazien und Euphorbiaceen bieten wenig Aussicht auf eine lohnende Agrikultur. Auch das ist keineswegs von besonderer Bedeutung, ob die Formation immer- oder nur regengrün auftritt, denn gerade unter dem immergrünen Gesträuch finden sich manche Arten, welche als Repräsentanten langanhaltender Dürre zu betrachten sind.

III. Die Staudenformation.

„Wo auf offenem Erdreich“, sagt Drude[1], „gesellig die Vegetationsformen der Rosettenstauden und der zahlreichen Rhizomstauden mit in ihrer Mitte hinzugefügten Zwiebel- und Knollengewächsen eine zu-

[1] Dr. Neumayers Anleitung zu wissenschaftlichen Beobachtungen auf Reisen. II. Teil. S. 172.

sammenschliefsende Decke bilden, mag man dieselbe dieser Klasse zurechnen. Die Gräser und Halbgräser, welche ja zu derselben biologischen Hauptabteilung gehören, werden bei ihrer ungeheuren Verbreitung in allen Florenreichen und Vegetationszonen selten dazwischen fehlen, und insofern, als sie etwa nur kleine Gemengteile in dem bunten Staudenteppich darstellen, erzeugen sie kein anderes Charakterbild, wohl aber ist dies der Fall, wenn sie für sich allein in geselligem Rasen die Hauptmasse der Bodenkrume bedecken und der Mannigfaltigkeit der Stauden nur wenig Spielraum lassen, in diesem Falle mag man die Formation als Grasflur bezeichnen. Naturgemäfs müssen Stauden- und Grasflurformationen durch alle möglichen Übergänge verbunden sein, sowie ja auch zwischen Baum und Strauch keine scharfe Grenze besteht, dennoch aber beide Typen getrennt zu halten sind.“ Mit dieser Beschreibung Drudes wird man es wohl gerechtfertigt halten, die Staudenformation von derjenigen der Grasfluren zu trennen. Die Tomillares in Spanien, die Matten des Mittelmeergebietes, sowie die der tropischen Hochgebirge sind als charakteristische Repräsentanten dieser Formation hinzustellen. In der Hauptsache ist sie im gemäfsigten und kalten Klima (verwandt der Tundra) anzutreffen und für die Tropen besitzt sie als selbständige Formation nur eine nebensächliche Bedeutung.

IV. Die Grasflurformation.

Hier kommt für die Tropenländer vornehmlich nur eine Abteilung in Frage, das ist die Grasflur mit Sommerdürre. Immergrüne Wiesen, wie sie in der eigentlich gemäfsigten Zone und in nordischen Ländern auch mit Gebüsch und Gesträuch durchwachsen angetroffen werden, sind kaum in den Subtropen, geschweige denn in den Tropen eine natürliche immerwährende Erscheinung.

Reine Grasfluren trifft man in den Tropen und Subtropen nur in engbegrenzten Lokalitäten an, in gröfserer Verbreitung sind dieselben stets mehr oder minder von Wald oder Gebüsch und Gesträuch streifenweise oder nestweise durchsetzt. Auch vereinzelte Bäume, Sonderlinge könnte man sie nennen, bilden Charakterbilder der Grasflurformation.

Dieselben sind demnach in folgende drei Unterabteilungen zu sondern, welche auch kulturell unterschiedliche Berücksichtigung verdienen.

α. Prairie- und Pampasformation.
Grasfluren mit Wald und Gebüsch durchsetzt.

β. Savannenformation I.
Grasfluren mit vornehmlich Gebüsch, Gesträuch und Stauden durchsetzt.

γ. Savannenformation II.
Grasfluren mit vereinzelten Bäumen durchsetzt (Parklandschaften).

α. Prairie- und Pampasformation.

Was für Nordamerika die Prairieen, sind für Südamerika die Campos und Pampas, mit welch letzterem Ausdruck man zwar auch noch geologische Begriffe zu verknüpfen pflegt, die hier jedoch nicht interessieren.

In Nordamerika bilden die Prairieen einen fast 250 Kilometer breiten Streifen zwischen den echten Steppen, die sich an den Fuſs des Felsengebirges lehnen, und den einst dichten Wäldern des Ostens. In Südamerika lehnen sich die Campos gleichfalls an die waldreichen Distrikte der östlichen Küstengebirge und erstrecken sich im Tieflande in die Pampas übergehend bis zu den Steppen und steinigen Gefilden am Fuſse der Anden.

Überall zieht sich mehr und minder kräftiger Baumwuchs strichförmig oder in polyedrischen Waldpartieen zwischen ihnen durch, und zwar ist derselbe nicht nur an den Rändern der Flüsse und Bäche anzutreffen, sondern vornehmlich auch auf hervorragenden Bodenerhebungen und Hügeln. Ja häufig vermiſst man den Wald gerade in den Niederungen und findet ihn dafür auf Hügeln und Bergrücken. Diese eigentümliche Erscheinung ist vermutlich darauf zurückzuführen, daſs die Individuen des Waldes im allgemeinen einen in primärer Lage in der Verwitterung begriffenen Gebirgs- oder Geröllboden dem in sekundärer Lagerung befindlichen feinkrümlichen Sand-, Thon- oder Humusboden, dem es zeitweise an Feuchtigkeitsmengen mangelt, vorziehen. Hierfür könnte auch die Waldlosigkeit des südlichen Tschernosems sprechen, sowie diejenige des indischen, sehr kulturfähigen Regurs oder Cotton-Soils, von dem ich früher mitteilte, daſs zwar mannshohe Gräser, nirgend jedoch ein Waldkomplex auf ihm anzutreffen seien. Es ist nicht immer ausgesprochener Regen- oder Feuchtigkeitsmangel, welcher in den Prairieen, Campos und Pampas es gehindert hat, daſs Wälder das ganze weite Terrain occupieren. Es mag vielleicht die pedologische Entwicklung dieser Flächen hier oder da noch zu jung sein, um dem Walde die günstigsten Existenzbedingungen zu gewähren, so daſs z. B. die Böden der Pampasniederung noch nicht genügend der Alkalien entlaugt sind, um dem Walde zuzusagen. v. Richthofen spricht einmal in seinem Reisewerke über China von einer hochgelegenen Gegend, welche alle Bedingungen eines Waldbestandes, vornehmlich genügende Nieder-

schlagsmengen in sich trägt, und dennoch nur eine kahle Steppenformation darstellt. Er schiebt hier die Schuld mangelnden Waldes auf den zu hohen Gehalt des Löſsbodens an Kali und Natron. Übrigens sind in der That die Feuchtigkeitsmengen, welche der Wald bedarf, durchaus nicht so hoch, wie vielfach angenommen wird. In Deutschland z. B. sind vielfach selbst anspruchsvollere Laubwaldungen in üppiger Entwicklung anzutreffen, denen nicht gröſsere Niederschlagsmengen als 400—500 mm pro Jahr zu teil werden. Man muſs ferner schon in den Prairieen und Campos Amerikas Steppen- und Waldbrände mit zur Hülfe nehmen, um das hie oder da ganz unverständliche Fehlen des Waldes zu erklären. Indessen überall, wo Salzsteppen vorliegen, ist es eine Thatsache, daſs der Wald vollständig fehlt, und nur strauchartige Halophyten ihre Existenzbedingungen zu finden vermögen. Das ist in Südargentinien sowohl wie auf den Hochebenen Asiens wie im Südosten Ruſslands zu beobachten.

Nur eine Vegetationsform, die Mangrove, produziert bei schwachem Salzgehalt des Bodens einen wenn auch nur dünn-, so doch hochstämmigen Wald. Aber es ist auch hierbei nach den Beobachtungen an Bruguiera im botanischen Garten in Buitenzorg wohl noch zweifelhaft, ob sie geringen Salzgehalt der Überflutungen vertragen kann, oder ob sie dessen zur Existenz notwendig bedarf, wie Peschuël-Lösche am Kongo glaubt nachgewiesen zu haben.

Daſs unter Umständen auch einmal rein mechanische Hindernisse das Aufkommen des Waldes hintertreiben, selbst wenn alle sonstigen Bedingungen eines Waldbestandes vorhanden, beweisen vornehmlich auch die nördlichen Länder Europas. Die Stürme und Winde sind an den Küstenrändern und namentlich auf den kleinen Inseln, wie z. B. den Orkney- und Shetlandsinseln, so überaus stark und anhaltend, daſs sie kaum ein Gebüsch und Gesträuch in freier Natur zur Entwicklung kommen lassen, trotzdem die klimatischen Verhältnisse daselbst infolge der Einwirkung des Golfstromes durchaus nicht ungünstig genannt werden können. Aber nur hinter Schutzmauern, mit denen häufig auch die kleinen Getreidefelder umzogen sind, vermögen sich auf den Shetlandsinseln Sträuche und kleine Bäume zu entwickeln.

Mit Recht weist daher Woeikoff darauf hin, daſs, wenn oft in ausgedehnten Gegenden Wälder nicht vorhanden sind, dieses daher kommt, daſs die Bedingungen noch günstiger für Steppengräser sind, und warnt, aus dem Fehlen des Waldes voreilige Schlüsse zu ziehen.

Schlieſslich mag hier noch einmal hervorgehoben werden, daſs die schon seit Tausenden von Jahren von Eingeborenen geübten Wald- und Grasbrände auch nicht ohne Einfluſs auf eine naturgemäſse Ent-

wicklung des Waldes geblieben sind und häufig an seiner Existenz und Ausbreitung alljährlich genagt haben.

Dieses alles hat der Reisende wohl zu berücksichtigen, der eine Grasflur auf ihren Kulturwert prüfen will und ob des Fehlens der Wälder an demselben zweifeln möchte. Es bieten sich da häufig derart schwierige Probleme, dafs zu ihrer Lösung sowohl eine reiche Erfahrung wie gründliche Wissenschaft gehört; durch einige wenige geistreiche Bemerkungen oder Vermutungen werden dieselben wenig gefördert.

Den Kulturwert der Ländereien, welche mit Grasfluren bedeckt sind, vor allem ihren Wert als Weidegründe werde ich weiter unten besprechen, nachdem wir auch die beiden anderen Formationen kennen gelernt.

β. Die Savannen, Grasfluren mit Gebüschen oder Gesträuch und Stauden durchsetzt.

Im allgemeinen darf man diese sommerdürren Grasfluren als weniger kulturfähig als die vorherige Abteilung betrachten, indessen sind sie nicht ohne weiteres als kulturunfähig anzusprechen. Die in ihnen ausgebildeten Vegetationsformen werden den besten Anhalt für ihre Beurteilung bieten. Finden sich viele Zwiebelgewächse, Dornsträuche, Akazienbüsche, Euphorbiaceen in ihnen eingestreut oder drücken diese gar dem ganzen Bilde den Stempel auf, so liegen sicher lange dürre Perioden und geringe auf kurze Zeit verteilte Niederschlagsmengen zu Grunde, und es ist ausschliefslich die Möglichkeit ausgedehnter Bewässerungsanlagen, welche den Ackerbau anlocken könnte.

γ. Savannen, Grasfluren mit vereinzelten Bäumen durchsetzt.

Diese Formation, welcher die bekannten Parklandschaften am Amur und in Kamtschatka ähnlich sehen sollen, findet sich in den Tropen selten in reiner Form. Gebüsch und Waldpartieen sind häufig eingestreut und nur die Eigenartigkeit mancher Pflanzen, welche als einzelne Sonderlinge, wie der Affenbrotbaum, Adansonia digitata, gleichsam das Terrain beherrschen, giebt der ganzen Landschaft ein besonderes Gepräge. In ihrer Anbauwürdigkeit gleicht diese Abteilung der vorhergegangenen.

Ich habe mich bei der Besprechung dieser Formation in ihren Unterabteilungen der gemeinverständlichsten Ausdrücke bedient, da hier kein Grund vorlag, die einzelnen Vegetationszusammenstellungen der verschiedenen Länder, welche zur Formation der Grasfluren zu rechnen sind, scharf zu sondern. Hier kam es nur darauf an, in

grofsen Zügen die Unterabteilungen verständlich zu machen. Wo der Botaniker und Pflanzengeograph spricht, ist es natürlich notwendig, dafs die in den Abteilungen vorliegenden Unterscheidungen, welche sich in den verschiedenen Ländern durch verschiedene Bezeichnungen zu kennzeichnen pflegen, auch eingehend berücksichtigt werden, und dafs Prairie, Campos, Pampas, Llanos, die Alangfluren der Südseeinseln, die Pens in Jamaika, die Kampinen Westafrikas, die Savannen Mittel- und Ostafrikas, die Waldsavannen Australiens und die mediterran-orientalischen Maquis gesondert gehalten werden. Es ist das freilich eine um so schwierigere Aufgabe, als die Beschreibungen dieser Einzelformationen teilweis noch recht lückenhaft sind und andererseits dieselben selbst, je nach dem angetroffenen Bilde, auch verschiedenartig ausschauen. Nur dem, welcher Gelegenheit gehabt hat, augenscheinlich jedes einzelne Bild in sich aufzunehmen, dürfte ein unterscheidendes Urteil zustehen. Soweit die Formationen für unsere Zwecke zu kennzeichnen waren, glaube ich dieses genügend gethan zu haben.

Über den Kulturwert sämtlicher Grasflurenformationen mit sommerdürren Gräsern läfst sich zunächst sagen, dafs der Anbau von Feldgewächsen, wenn auch nicht ausnahmslos auf ihnen ausgeschlossen, so doch nur in sehr beschränktem Grade auf ihnen eingerichtet werden kann.

Kurzlebige, Licht und Wärme besonders bedürftige Kulturpflanzen vermögen wohl vereinzelt — wenn die jährlichen Niederschlagsmengen um 1000 mm betragen — die Kultur zu lohnen, und wo Bewässerungsanlagen möglich, ist das ohne Frage der Fall, aber im allgemeinen eignen sich die sommerdürren Grasfluren weniger für Bodenkultur. Dahingegen bieten sie der Viehzucht zumeist genügende Existenzbedingungen, wenn die jährlichen meteorischen Niederschläge nicht allzuhohem Wechsel unterworfen sind oder zuweilen nahezu vollständig ausbleiben. Wo dieses bisweilen der Fall, ist auch die Viehzucht ein unsicheres Unternehmen. Ist ihr dort nicht die Gelegenheit gegeben, sich in der sommerdürren Zeit in grüne Wälder mit Unterholz oder Grasfluren an den Rändern wasserreicher Flüsse zurückzuziehen, so kann hier an die Einrichtung eines viehwirtschaftlichen Betriebes und namentlich in jenen Formationen der Grasfluren, welche mit Gebüsch (β) oder vereinzelten Bäumen (γ) durchsetzt sind, nicht gedacht werden. Bleibt daselbst die Regenzeit einmal über Gebühr lange aus, so ist bei dem Mangel der Futteraufspeicherung der ganze Viehstand ohne Rettung dem Untergange geweiht. Derartige Beispiele liegen allein in diesem Jahrhundert genug vor, in denen ausgebliebener Regen selbst in Gegenden, wo er sonst mit angeblicher Sicherheit alljährlich

eintraf, Hunderttausende von Rindern oder Schafen zu Grunde gerichtet hat. Nach den offiziellen Berichten sind während der Dürre 1876 und 1877 in der Präsidentschaft Madras in Indien nicht weniger als 935 000 Stück Vieh umgekommen[1]. Nach Darwin regnete es 1827 bis 1830 in Südamerika so wenig, dafs im nördlichen Teile der Provinz Buenos Ayres und im Süden von Santa Fé der Pflanzenwuchs ganz ausblieb. Der Tierverlust in der Provinz Buenos Ayres umfafste damals nach niedrigster Schätzung eine Million Stück. Hunderttausende von Tieren sollen allein dadurch umgekommen sein, dafs sie sich fast verdurstet in den Paraná stürzten und ertranken, weil ihre Erschöpfung sie hinderte, die schlammigen Ufer hinaufzukriechen. Welche Einbufsen an Vieh, namentlich an Schafen, auf den Grasfluren Australiens und des Kaplandes in dürren Sommern sich ereignen, davon wird ja häufig in den Zeitungen berichtet; selbst Wanderung der Herden aus trockenen in wasserreichere Gebiete vermag nicht immer vor denselben zu schützen.

Wenn gerade auf dem afrikanischen Plateau oder in Südwestafrika Gelegenheit genommen wird, von ungezählten Rinderherden zu berichten — so auch von Stanley —, welche die Landschaft beleben, so kann dieser Umstand ja ermutigen, eine landwirtschaftliche Produktion von Vieh im grofsen Seengebiete oder in Südwestafrika ins Auge zu fassen. Der Umstand, dafs speciell in Ostafrika die eingeborenen Völker sefshaft und nicht wandernde Hirtenvölker sind, ist ferner recht hoffnungsvoll. Wir werden aber die Angaben, welche in dieser Beziehung gemacht sind, im zweiten Teile einer recht scharfen Kritik unterziehen müssen, bevor wir mit ihnen rechnen dürfen.

V. Die Steppenformation.

Diese Formation schliefst das Baumleben vollständig aus und ihr Charakter ist der einer lückenhaften niederen Vegetation mit Formen, die langdauernden Trockenzeiten angepafst sind. Die Agrikultur hat kaum Interesse an den Steppenböden, und nur dort, wo Bewässerungsanlagen, wie wir sie in der Sahara und in Hochasien kennen lernten, zulässig sind, ist unter Umständen lokale agrikulturelle Nutzung des Bodens wirtschaftlich zulässig. Man vermag in der Steppenformation gleichfalls noch einige Unterabteilungen aufzustellen, welche je nach dem Sonderungsprinzip ausfallen, indessen haben dieselben wenig Interesse für uns.

[1] Ausland, 30. Dezember 1878.

VI. Die Sumpfformation.

Man kann in Tropenländern die Sumpfformation nicht gerade selten nennen, in der gemäfsigten oder kalten Zone sind sumpfige Niederungen bekanntlich eine relativ häufigere Erscheinung. In Südbrasilien benennt man die sumpfigen Niederungen mit dem unterschiedslosen Namen der Banhados, am Meeresgestade werden sie jedoch allgemein vornehmlich als Mangrovesümpfe bezeichnet. Auch terrestrisch und marin gebildeten Salzsümpfen sind wir im Laufe der Darstellung in den Pampas einerseits und im Run of Cutch andererseits begegnet. Dort, wo es möglich ist, die Sümpfe zu entwässern, oder wo Bodenerhebungen dieselben trocken legen, können — mit Ausschlufs der salzigen Sumpfformation — die entstandenen Bodengebilde, wie z. B. in Guyana oder im Delta des Irawaddi oder Nil, das fruchtbarste Ackerland in Aussicht stellen. Lokale Untersuchungen geben hier natürlich allein Aufschlufs über den zukünftigen Kulturwert dieser Formation, welche übrigens bekanntlich in hygienischer Beziehung mancherlei Befürchtungen Raum giebt.

In Anschlufs an diese Erörterungen möge nun eine übersichtliche Zusammenstellung der Formationen mit ihren Unterabteilungen folgen. Ich will dabei nochmals bemerken, dafs es sich hier ausschliefslich um die agrikulturelle Beurteilung unkultivierter Tropenländer handelt und somit diese Zusammenstellung nicht pflanzengeographischen, sondern ausschliefslich landwirtschaftlichen Interessen dient.

Ich fasse das Gesagte in folgender Übersicht zusammen:

I. Gruppe der Waldformation.

1. immergrüne Wälder — kulturfähig,
2. regengrüne - — -
3. Galleriewälder — zumeist kulturfähig,
4. Tafellandswälder — selten, doch kulturfähig,
5. Tieflandswälder — kulturfähig,
6. Gebirgswälder — nicht immer kulturfähig.

II. Gruppe der Gebüsch- und Gesträuchformation.

1. immergrün — Kulturwert zweifelhaft,
2. regengrün — - -
3. Dorngebüsche — kulturunfähig,
4. Buschwälder — Kultur nicht ausgeschlossen.

III. Gruppe der Staudenformation.

1. Stauden mit Gesträuch und Gras,
2. Stauden mit Gras,

3. Stauden mit zahlreichen untermischten oder vorherrschenden Moosen.

Der Kulturwert der ganzen Formation ist zweifelhaft.

IV. Gruppe der Grasflurformation mit Sommerdürre.

1. Prairie-, Kamp- und Pampasformation — zumeist kulturfähig, insbesondere für Viehzucht geeignet.
2. Savannenformation mit Gebüsch oder Gesträuch durchsetzt — Kulturwert für Ackerbau zweifelhaft, für Viehzucht fraglich.
3. Savannenformation mit vereinzelten Bäumen durchsetzt (Parklandformation) — Kulturwert für Ackerbau zweifelhaft, für Viehzucht fraglich.

V. Gruppe der Steppenformation.

1. Strauchsteppenformation,
2. Krautsteppenformation,
3. Grassteppenformation,
4. Salzsteppenformation.
5. Wüstensteppenformation (sandig-felsig).

Die ganze Formation ist ohne künstliche Bewässerung kulturunfähig.

VI. Gruppe der Sumpfformation.

1. der niederen Sumpfgräser und Stauden,
2. der Gesträuche mit und ohne Gräser und Stauden,
3. der Bäume mit und ohne Gräser,
4. der Salzsümpfe.

Durch Meliorationen oder in späterer Zeit Kultur nicht ausgeschlossen, unter Umständen sehr dankbar.

Wie diese Betrachtungen wohl gezeigt haben dürften, bietet die Flora und Vegetationskunde eines unkultivierten Landes in der That einen aufserordentlich wertvollen Anhalt für die Beurteilung der Kulturfähigkeit desselben. Und wenn Schweinfurth stets darauf hingewiesen, dafs man zur Erforschung der unbekannten Gebiete Afrikas vor allem Botaniker aussenden müfste, falls man materielle und kulturelle Fragen beantwortet wissen will, so verdient dieser Hinweis in höchstem Grade Beachtung. Die Vegetation in ihren mannigfaltigen Formen wie Formationen bietet einen Überblick über die Zustände des Bodens wie der meteorologischen Thatsachen einer sehr langen Reihe von Jahren und läfst die letzteren häufig in einem wahrheitsgetreueren Lichte erscheinen, als kurzjährige und mit unvollkommenen Mitteln ausgeführte meteorologische Beobachtungen. Wenn

es nun auch zu weit gegangen ist, das Urteil über die Kulturfähigkeit eines Landes fast ausschliefslich in die Hand eines Botanikers oder Pflanzengeographen zu legen, so müssen wir doch gerade das, was diese Forscher über unsere afrikanischen Besitzungen geboten, mit besonderer Sorgfalt zu verwerten suchen.

Weniger bedeutungsvolle, doch immerhin zuweilen beachtungswerte Winke vermag uns die Tierwelt und ihre Verbreitung für die Beantwortung unserer Fragen zu bieten, und es soll daher den Erörterungen über dieselbe hier auch ein besonderer Platz gegönnt sein.

2. Die wilde Tierwelt der Tropen in ihrer Abhängigkeit von den natürlichen Verhältnissen.

Die Zoogeographie, unter deren Führung wir hier die Momente aufzusuchen haben, die uns dienen sollen, ist eine Wissenschaft, welche sich nicht gleicher Bearbeitung erfreut hat, wie die Pflanzengeographie. Seit Wallace[1] bahnbrechenden und für immer mafsgebenden Arbeiten ist nur wenig geschehen, was sie erweitert und vertieft hätte. Das Interesse der Forschungsreisenden pflegt um so mehr von dem Studium der Fauna eines Landes abgelenkt zu werden, als das Auge des Beobachters die versteckten Individuen erst aufsuchen mufs und langjährige Studien nötig sind, um einerseits die in einem Lande vertretenen Tierklassen und Arten zu erkennen, wie andererseits die Formen und Lebensgewohnheiten der Tiere, soweit sie als Produkt der Anpassung an eine Örtlichkeit anzusprechen sind, zu verstehen.

Aus diesem Grunde kann hier auch nur eine Betrachtung derjenigen Arten und Formen des festen Landes, namentlich der Säugetiere, herangezogen werden, welche durch ihre Erscheinung und Lebensgewohnheit sich besonderer Aufmerksamkeit erfreuen. Ich will in diesen Erörterungen denselben Gang wählen, nach welchem wir die pflanzengeographischen und ökologischen Verhältnisse im vorigen Abschnitt betrachteten.

a. Tropische Tierreiche in ihrer Hindeutung auf die Kulturfähigkeit eines Landes.

Es ist als erwiesen anzunehmen, dafs der afrikanische Kontinent einst eine von der heutigen sehr abweichende Konfiguration gehabt hat. Man vermutet, dafs in den ältesten Zeiten Madagaskar mit dem indischen

[1] Vornehmlich „The geographical Distribution of Animals“ by Alfred Russel Wallace. London 1876.

wie auch wohl mit dem centralafrikanischen Festlande zusammenhing, während das Kapland als Rest eines vom Rumpfe einst getrennt gewesenen, vielleicht grofsen gesonderten Weltteils betrachtet wird. Hierfür werden aus der Flora Madagaskars und Südafrikas einerseits, sowie Mittelafrikas andererseits mannigfache Beweise geliefert; auch die Tierwelt enthält deren sehr prägnante. Während jedoch die Flora Afrikas gegenüber derjenigen anderen Kontinenten angehöriger Tropenländer an Zahl der Arten zurücksteht, ist dieses von der Fauna Afrikas nicht zu sagen. In dem zehnten Kapitel der Grundzüge der physischen Erdkunde[1], welches die geographische Verbreitung der Organismen behandelt, hat Supan, auf Wallace fufsend, eine Tabelle zusammengestellt, welche den aufserordentlichen Reichtum der Tierwelt Afrikas darthut. Diese Tabelle ist so lehrreich, dafs ich es mir nicht versagen kann, sie in ihrer vollständigen Ausführung einschliefslich der aufsertropischen Nordzone wiederzugeben.

(Siehe Tabelle S. 291.)

Es geht aus dieser Zusammenstellung hervor, dafs die Zahl der Landsäugetiere der afrikanischen Tropenländer sogar diejenige des ostindischen Reiches um 25 übertrifft, was entschieden günstig für den afrikanischen Kontinent auszulegen ist. Berücksichtigt man freilich die Zahl der Arten pro 1 Million qkm, so steht die Tierwelt Afrikas hinter derjenigen anderer Tropenländer erheblich zurück. Das wird jedoch weniger befremdend erscheinen, wenn man in Erwägung zieht, dafs der öde, pflanzen- und tierarme breite Wüstenstrich der Sahara fast ein Viertel des ganzen Kontinents ausmacht.

Dieser Wüstenstrich trennt auch die afrikanische Fauna, und Wallace[2], den wir als den besten Kenner derselben betrachten, teilt dieselbe in eine tropische und südafrikanische, welche er unter Einrechnung von Madagaskar und Arabien die äthiopische Region nennt, und eine nordafrikanische Region, nördlich der Wüste, welche einen paläoarktischen Charakter trägt. Von der Sahara meint er, dafs sie in der That ein streitiges Gebiet sei, er rechnet sie vor der Hand zur nördlichen Hälfte in die paläoarktische, zur südlichen Hälfte in die äthiopische Region. Diese letztere teilt er dann in vier Subregionen, die madagassische, die südafrikanische, welche ein wenig nördlich der Wendekreise abgeschlossen wird — an der Ostküste erstreckt sie sich zwar bis Mozambique —, und die ost- und westafrikanische. Die westafrikanische erstreckt sich zwischen Gambia und Kongo, bis auf

[1] Alexander Supan, Grundzüge der physischen Erdkunde. S. 433.
[2] The geographical Distribution of Animals. Chapt. XI p. 351.

	Aufsertropische Nordzone		Südamerikan. Reich	Tropen der alten Welt		Australisches Reich
	Aufsertrop. Reich der alten Welt	Nordamerikan. Reich		Afrikan. Reich	Ostindisches Reich	
Areal in Mill. qkm:	50.46	22.43	19.52	24.42	9.24	9.32
	Zahl der Arten mit Ausschlufs der eben erst das Reich betretenden					
Landsäugetiere						
Affen	4	—	114	55	61	1
Halbaffen	—	—	—	51	5	—
Fledermäuse	52	20	130	61	114	60
Insektenfresser	32	31	2	33	37	2
Raubtiere	64	50	46	90	93	—
Einhufer	4	—	—	3	—	—
Dickhäuter	2	1	5	12	13	5
Wiederkäuer	71	13	16	88	38	1
Klippschliefer	—	—	—	10	—	—
Nagetiere	157	149	221	120	141	34
Zahnarme	—	—	34	6	2	—
Beuteltiere	—	2	22	—	—	125
Schnabeltiere	—	—	—	—	—	3
Summa:	386	266	590	529	504	231
Auf 1 Mill. qkm kommen:	7.6	11.9	30.2	21.7	54.5	24.8
Vögel (mit Ausschlufs der Wat- u. Schwimmvögel)						
Singvögel	438	313	1983	999	1067	869
Picariae (Kletter- u. Schreivögel)	51	50	790	268	301	155
Papageien	—	1	144	25	27	198
Tauben	10	7	75	46	66	150
Hühner	56	24	126	61	81	35
Schopfhuhn	—	—	1	—	—	—
Raubvögel	72	61	154	111	114	97
Kurzflügler (Straufse u. s. w.)	(2)	—	3	5[3][1]	—	26[11][1]
Summa:	629	456	3276	1515	1656	1530
Auf 1 Mill. qkm kommen:	12.4	20.3	167.8	62.0	179.2	164.2

[1] Die eingeklammerten Zahlen beziehen sich auf ausgestorbene Arten.

die Mitte des Kontinents in der Hauptsache der Buchtung von Guinea folgend; die ostafrikanische umfaſst den östlichen Rest, zieht sich jedoch durch den ganzen Kontinent zur westlichen Küste durch, wo die Grenzen nördlich vom Kongo und südlich von der Walfischbai bestimmt werden. Ich will nun davon Abstand nehmen, für die einzelnen Subregionen die Tierklassen bezw. Reiche namhaft zu machen, welche Wallace so sorgfältig zusammengestellt hat, sondern verweise auf diesen selbst[1]. Nur das möchte ich noch hinzufügen, daſs die relativ hohe Zahl der Raubtiere und Wiederkäuer, welche das tropische Afrika bewohnen, entschieden zu Gunsten der Ernährungszustände des Landes spricht, und das um so mehr, als sie indigen und nicht etwa in einer günstigen geologischen Epoche eingewandert sind. Afrika liegt nicht nur jetzt, sondern seit langer Zeit ziemlich isoliert da, denn die Verbindungen bei Suez und die ehemalige Landbrücke bei Gibraltar wie diejenige zwischen Sicilien und Tunis waren jedenfalls nur schmal. Viele europäische oder westasiatische Tierarten würden den Weg nach Afrika sicher betreten haben, wenn er eine breite Fährte gebildet hätte. Und jedenfalls hätten Algerien und Tunis mit ihrem Gebirgs- und auch Niederungsklima sehr wohl vielen nordischen Vierfüſslern unbeanstandet eine zweite Heimat bieten können. Aber Bären, Maulwürfe, Hirsche, Ziegen, Schafe, das Kamel, der wilde Ochs und das wilde Schwein fehlten früher nach Supan vollständig in Afrika.

Inwiefern nun einige der vertretenen Tierreiche oder Tiergruppen von Bedeutung sind für die Charakteristik einer Landschaft, das will ich mit den Erörterungen des nächsten Abschnittes verbinden.

b. Tropische Tierformen oder Lebensbedingungen tropischer Tierarten in ihrer Hindeutung auf die Kulturfähigkeit eines Landes.

Die Formen und Lebensbedingungen der Landtierarten, speciell der Säugetiere, werden durch folgende unmittelbare Faktoren vornehmlich beeinfluſst: Wärme, Nahrung (Pflanzenfresser — Tierfresser), orographische Erdgestaltung, Färbung des Bodens. Die Anpassung der Tierwelt an die Temperatur und die Färbung des Bodens ist nun in den Tropen niemals so fein, als daſs sie für unsere Frage von Wichtigkeit wäre. Wenn wirklich auch die haarlosen Dickhäuter auf die eigentliche Tropenzone in ihrer Ausbreitung beschränkt sind, und wenn es auch andererseits zuträfe, daſs z. B. der Königstiger die

[1] Alfred Russel Wallace, Island life or the Phenomena and Causes of Insular faunas and floras. London 1880. Chapt. III (Zoological Regions).

schwarzen Streifen seines Fells den Rohrstengeln der Bambusdickichte Indiens angepafst hat, oder das Kleid der Giraffe oder Antilope der Färbung der Wüste und Steppe entspräche, so liegen doch andere Momente für die Beurteilung eines Landes viel näher, als dafs man nötig hätte, auf derartige angeblich gesetzmäfsige Eigentümlichkeiten der Natur zurückzugreifen.

Etwas wichtiger ist schon für uns die Anpassung der Tierwelt an die orographische Gestaltung oder, ich will lieber sagen, den geologischen Bau eines Terrains. Zwar um die äufsere Erdgestaltung zu erkennen, bedarf es nicht erst des Anblicks eines Springbocks oder einer hochbeinigen Giraffe oder einer wandernden Büffelherde. Aber sofern sich der geologische Bau auf den dem Auge nicht zugänglichen Untergrund erstreckt, kann die Anwesenheit verschiedener Tierarten denselben verraten. So zeigt bekanntlich der Hamster (Cricetus frumentarius Pall.) in Nord- und Mitteldeutschland mit grofser Regelmäfsigkeit einen milden warmen niemals feuchten feinkrümligen Lehm, zumeist Windlöfs im Untergrund an; wo Kies oder strenger Thon in ca. 1—2 m Tiefe steht, oder wo gar stagnierendes Wasser oder auch Felsgestein ansteht, wird man ihn nicht finden. Ähnliche Beobachtungen wird man von anderen Nagetieren auch in den Tropen machen können und in Südamerika dürfte z. B. die Verbreitung des Gürteltieres (Dasypus), in Nordamerika diejenige der den Murmeltieren der europäischen Alpen ähnlichen Prairiehunde der Trapper (Cynomys ludovicianus), sowie auch vielleicht diejenige der Geomys bursarius zu analogen Schlüssen berechtigen, wie in Deutschland diejenige des Hamsters. Aufserordentlich charaktervoll für die Natur eines Landes sind die Tiertafeln, welche Wallace in seiner „Geographical Distribution of Animals“ zusammengestellt hat; ein einziger Blick genügt, um sich dieselbe in grofsen Zügen ausmalen zu können.

Am meisten beachtenswert für die Produktionsfähigkeit einer Gegend sind die Nahrungsbedürfnisse der verschiedenen Tierarten. Eine grofse Anzahl von gröfseren Raubtierarten, namentlich, wenn die Individuen zahlreich vertreten sind, läfst natürlich auch auf eine grofse und zahlreiche Verbreitung pflanzenfressender Tiere schliefsen. Und wenn nun auch schon eine üppige Flora sich ohne Anwesenheit von z. B. Büffel- und Elefantenherden kundgiebt, so zeigen doch dieselben, dafs die Vegetation an kräftiger Tiernahrung reich ist und lassen somit auf günstige Bodenverhältnisse schliefsen. In der Ernährung der pflanzenfressenden Tiere gewähren auch die mit derselben etwa zusammenhängenden Wanderungen der Herden einen Einblick in die klimatischen Verhältnisse und die Produktionsfähigkeit weiter Land-

strecken. Allgemein sind ja bekannt die grofsen alljährlichen Wanderzüge der jetzt nahezu ausgerotteten Bisonherden der nordamerikanischen Prairieen nach dem Süden, und wo, wie in Afrika, die Feuerwaffe den Vernichtungskampf gegen die einzelnen Arten der Tierwelt noch nicht vollendet hat, sind derartige Erscheinungen noch heute zu beobachten und für uns wertvoll. Es spricht nun gerade nicht für die besondere Güte eines Landes, wenn es zeitweise von pflanzenfressenden Tieren verlassen wird, es zeigt jedoch andererseits demjenigen, welcher ein Land durch Viehzucht ausnutzen will, in welcher Weise er sich den Verhältnissen anzupassen hat.

Alle diese Verhältnisse sind ebenso gemeinverständlich wie bekannt, dafs ich es wohl unterlassen kann, das hier flüchtig Erörterte durch ein übersichtliches Schema zusammenzufassen. Davon hält mich auch ferner der Umstand ab, dafs hier doch weniger sichere und unzweideutige Thatsachen vorliegen als bei den Vegetationsformen.

c. Tropische Tierformationen in ihrer Hindeutung auf die Kulturfähigkeit eines Landes.

Wie bei den Vegetationsformationen die Form, Masse und Gruppierung unterschied, so ist auch hier dasselbe Prinzip entscheidend, und ebenso, wie es nicht geleugnet werden kann, dafs sich die Vegetationsformationen gegenseitig in ihrer Entwickelung und Verbreitung dadurch, dafs sie klimatische Funktionen versehen, beeinflufsten, so hängen auch die Formationen der Tierwelt nicht nur von ihren äufseren natürlichen Bedingungen, sondern auch von der Zusammensetzung derselben ab, das letztere um so mehr, als sich die Raubtierarten zu Beherrschern derselben aufgeworfen haben. Dieselben können demnach auch erst in sekundärer Beziehung als Produkte der natürlichen Anpassung an einen Landstrich angesehen werden. Es haben indessen auf die Ausbildung der Tierformation soviel fremde Einflüsse (tierische wie namentlich menschliche) eingewirkt, dafs hier kaum mehr von einer natürlichen Gestaltung die Rede sein kann. Wo man indessen glaubt, dafs dieselbe noch durchscheint, zeigen sich schwerwiegende Bedenken, ihr für unsere Betrachtungen einen besonderen Wert beizulegen. So ist es mir immer als ein Rätsel erschienen, wie es gerade den umfangreichsten und auch schwersten Tierskeletten möglich war, sich in Ländern auszubilden, welche wenigstens nach unseren Anschauungen einen ausgesprochenen Mangel an Kalk, Phosphorsäure und Magnesia aufweisen. Fast ganz Centralafrika scheint unter diesem die Einführung der Agrikultur so sehr erschwerenden Übelstande zu leiden, und dennoch begegnen uns hier

Tiergestalten mit einem Knochenbau, wie wir ihn auf anderen Kontinenten selten übertroffen sehen. Das Skelett des Elefanten zeigt zwar abgesehen von seinen Zähnen kein dichtes Gefüge, aber Flufspferde und die afrikanischen Büffel besitzen dagegen einen so festen Bau, dafs nur eine Kugel aus nächster Nähe ihre Knochen zu zerschmettern vermag. Der an sich ja ganz logische Schlufs, dafs eine derartige Tierformation sich auch nur auf kalk-, phosphorsäure- und magnesiareichem Boden entwickeln und verbreiten kann, hat daher hier keine Berechtigung. Ich will diesen Abschnitt schliefsen mit dem besonderen Hinweis darauf, dafs überhaupt alles, was die Fauna unseren Zwecken Dienliches später bieten wird, einer vorsichtigen Prüfung bedarf. Sie indessen darum vollständig aus dem Rahmen dieser Betrachtungen auszuscheiden, hielt ich nicht für zulässig.

3. Die Naturvölker in ihrer Abhängigkeit von den natürlichen Verhältnissen.

Auch in diesem Abschnitt werde ich mich der Knappheit in der Darstellung bemühen, da ein Eingehen in entfernt liegende Einzelheiten in der vorliegenden Frage über den Zweck der Arbeit hinausgeht. Es seien darum nur einige allgemeine Gesichtspunkte gegeben und es bleibe der späteren Arbeit vorbehalten, Versäumnisse nachzuholen. Ich werde auch die Dreiteilung der Erörterungen, wie sie in den vorigen Abschnitten innegehalten, hier nicht streng berücksichtigen.

Auf den Kultur- wie Naturzustand des Menschen wirken sowohl innerhalb wie aufserhalb desselben gelegene Faktoren. Verschiedene Begabung und innewohnende Willenskraft einerseits, dann andererseits die Abhängigkeit von der Umgebung und die direkte oder indirekte Einwirkung derselben beeinflussen den Zustand und die Entwickelungsfähigkeit eines Volkes.

Dafs sich morphologisch unterschiedliche Gruppen in den Rassen und ihren Unterabteilungen herausgebildet haben, ist ja bekannt, und ihnen liegt wie in der Tier- und Pflanzenwelt die Vererbungsfähigkeit des Individuums als sonderndes Prinzip in erster Linie zu Grunde. In Afrika haben wir es in Bezug hierauf in den deutschen Besitzungen mit den beiden Repräsentanten der Negerrassen, den Sudan- und den Bantunegern zu thun, aber auch, nachdem die Hereros im Süden die letzteren abgeschlossen, mit Hottentotten und Buschmännern.

Die biologischen und schliefslich auch mehr oder minder kulturellen Eigentümlichkeiten der Völker haben sich zumeist auf Grund der natürlichen Existenzbedingungen und der natürlichen Umgebung herausgebildet und sind daher nicht zum mindesten als ein wenigstens teilweises Produkt derselben anzusprechen, namentlich dort, wo man die Völker noch in ihrem Naturzustande antrifft. Von Naturvölkern im Sinne „wilder Urvölker" darf man zwar heutzutage kaum mehr reden. Selbst die Pescherähs des Feuerlandes und die Buschleute Australiens haben diese niedrigste Stufe der menschlichen Entwickelung, wie sie so treffend im gefesselten Prometheus des Äschylos geschildert wird [1], bereits überschritten. Nun gar in Afrika wäre es weit mehr angebracht, sich eher der Bezeichnung von Halbkulturvölkern als der von Naturvölkern zu bedienen! Wenn ich dennoch den letzteren Ausdruck vorgezogen, so geschah dieses in Übereinstimmung mit Peschel und Kirchhoff [2] in Ermangelung eines Bessern.

Die Anpassung der Naturvölker an ihre natürliche Umgebung ist für gröfsere Gebiete unfraglich zu erkennen, aber auch kleinere Landflächen tragen dieselbe zur Schau, und somit können wir manche äufseren Erscheinungen einer Völkerschaft zu Rückschlüssen auf die Natur ihres Landes verwerten.

Die Art, wie sich die Anpassung äufsert, ist zwiefach, einmal in Bezug auf die physiologischen Lebensfunktionen, und dann in der Ausnutzung der natürlichen Faktoren, welche sich dem Menschen zur Befriedigung der Existenz und Kulturbedürfnisse bieten.

Die physiologischen Lebensfunktionen werden sowohl durch Temperatur, wie die Differenzen der Jahreszeiten, wie durch Luftverdünnung, durch Trockenheit oder Feuchtigkeit der Luft, auch wohl durch die Elektricitätsverteilung in der Luft nicht unbedeutend modifiziert. A. Bastian giebt hierüber in Dr. Neumayers „Anleitung

[1] 445: Sie sah'n mit offnen Augen einst und sahen nicht,
Sie hörten und vernahmen nicht, des eitlen Traums
Gestalten ähnlich, mengten sie die lange Zeit
Blindwirrend alles, kannten nicht das sonnige
450: Wohnhaus, erbaut von Ziegeln, nicht des Zimmrers Kunst:
Sie wohnten eingegraben, wie leicht wimmelnde
Ameisen, tief in sonnenloser Höhlen Nacht.
Kein sicheres Merkmal hatten sie, wenn Winterfrost,
Wenn blütenreicher Frühling, wenn fruchtspendender
455: Spätsommer nahte; sonder Sinn und Kunde war
456: Ihr Thun in allem . . . .

[2] Oskar Peschel, Völkerkunde. 5. Auflage von Alfred Kirchhoff. Leipzig 1881. S. 144. (Auflage 1874 S. 147.)

zur wissenschaftlichen Beobachtung auf Reisen"[1] eine kurze Zusammenstellung. Wenn ich mich hier mit einem Hinweis auf dieselben enthalte, die dabei vorliegenden interessanten Erscheinungen zu besprechen, so geschieht dieses vornehmlich aus dem Grunde, weil wir über die deutschen Besitzungen in Afrika in allgemeinen Zügen bereits derart in Bezug auf Klima, Höhenlage u. s. w. unterrichtet sind, dafs jene am Menschen wahrzunehmenden Lebenserscheinungen uns wenig mehr über dieselben zu belehren vermögen und höchstens nur zur Bestätigung des Bekannten verwertet werden können.

Wichtiger sind dagegen für unsere Zwecke einige wirtschaftliche Gepflogenheiten, welche direkte Rückschlüsse auf die Natur des Landes oder eines enger begrenzten Gebietes gestatten.

Es ist zwar häufig der Fall, dafs ein grofser Teil der Hülfsmittel, welche die Natur bietet, vollständig unbenutzt bleiben, dafs Tiere, welche sich zur Zucht eignen dürften, wie z. B. die afrikanische Elenantilope und das Zebra, sich selbst überlassen, dafs die vorhandenen Getreidearten nicht angebaut, dafs die Metalle des Erdschofses unbearbeitet verbleiben, weil niemals die Not zu diesen Schritten gedrängt oder andere Antriebe oder die erforderlichen Kenntnisse stets gefehlt haben, so dafs recht oft die Eingeborenen ungeachtet des Reichtums der sie umgebenden Natur sich niemals aus dem Zustande der Unbildung herauszuarbeiten vermocht haben. Dafür bieten z. B. die wilden Horden Nord- und Südamerikas im Gegensatz zu den Kulturentwickelungen der Inkaperuaner und denjenigen in Mexiko und Yucatan einen treffenden Beleg. Im allgemeinen ist es jedoch richtig, um mit Waitz[2] zu sprechen, dafs die Gegenwart oder Abwesenheit bestimmter Tiere, Pflanzen und Mineralien in Verbindung mit den geographischen Verhältnissen des Landes teils die Kulturstufe bestimmen, welche von den Eingeborenen für sich allein oder durch eigene Kraft erreicht werden kann, teils für die Ausbildung des Verkehrs und Handels, die Kenntnis und Ausnutzung ferner Länder, den Unternehmungsgeist und viele andere Eigenschaften mafsgebend werden[3].

Die Ernährungsverhältnisse eines Landes oder Gebietes sind in diesem Sinne natürlich vom weitaus bedeutendsten Einflufs. Ob ein Volk von den herrenlosen Früchten der Pflanzenwelt, oder von der Jagd, vom Fischfang, mit wanderndem Herdenbesitz oder

---

[1] S. 237 ff.

[2] Waitz, Anthropologie der Naturvölker. Leipzig 1859. Bd. I S. 417.

[3] Vgl. hierzu auch Dr. Friedrich Ratzel, Anthropogeographie. Stuttgart 1882, vornehmlich 11, das Klima, und 12, die Pflanzen- und Tierwelt.

durch die Kultur des Landes seine Existenz fristet oder gedeiht, hängt häufig ausschliefslich von der Natur des Landes ab. Berücksichtigt man daneben die Dichte der Bevölkerung, so ist man zuweilen wohl im stande, ein günstiges oder auch ungünstiges Prognostikon für die Kulturfähigkeit des Landes zu stellen. In Bezug auf die Bevölkerungsdichtigkeit bietet gerade die indische und malayische Inselwelt ein sehr interessantes Beispiel dafür, wie sehr dieselbe mit klimatischen Einflüssen in Verbindung steht. Böte daselbst nicht die aufserordentliche Menge der alljährlichen meteorischen Niederschläge (bis zu 4 m und darüber) der Vegetation die Grundlage ihrer so üppigen Entwickelung, so wäre es dort sicherlich nicht möglich, eine solche Anzahl Menschen zu ernähren, wie sie vorliegt. Die Dichte der dortigen Bevölkerung übertrifft z. B. in Java, trotz des gebirgigen und vulkanischen Charakters dieser Insel, die des Königreichs Preufsen um nahezu das Doppelte! Auch von Afrika wissen wir, dafs es in deutschen Besitzungen hier oder da eine relativ dichte Bevölkerung ernährt. Es ist ferner dort zu berücksichtigen, dafs Feldkultur wie Viehstand in manchen Gegenden mit einer gewissen Sorgfalt behandelt werden. Im Vergleich zu Amerika hatte Afrika in dieser Beziehung Vorteile aufzuweisen. An Getreide wurde in Amerika früher nur Mais kultiviert, die Naturvölker Afrikas kennen dagegen Hirse wie Sorghum (Panicum distichum und Sorghum vulgare) und stehen den amerikanischen Naturvölkern in der Zahl der Kulturen von Knollengewächsen und Fruchtbäumen keineswegs nach.

So wird sich aus den Nahrungsmitteln und der Art der Beschaffung derselben mancher wichtige Wink für die Beurteilung unserer Besitzungen bieten.

Dafs auch die Geräte der Völker, hölzerne wie thönerne wie eiserne, der Beachtung wert sind, indem sie auf die vorhandenen Quellen der Rohmaterialien hinweisen, welche einer einzuführenden Agrikultur zu Hülfe kommen, bedarf wohl nicht erst der Erwähnung.

Aber in allen diesen Fragen ist es nicht möglich, noch weniger wie im vorigen Abschnitt, eine schematische Skala aufzustellen, nach welcher die agrikulturelle Leistungsfähigkeit eines Landes für die Zukunft zu bemessen wäre. Die mittelbaren Merkmale für die agrikulturelle Beurteilung tropischer Ländereien müssen, soweit sie in der Zoo- und Anthropogeographie liegen, stets in Rücksicht auf ihre Beziehungen zu natürlichen und kulturellen Faktoren des Landes verwertet werden. Läfst man dieses aufser acht, so gelangt man zu Trugschlüssen mancherlei Art.

Man möge keinen Anstoſs daran nehmen, daſs ich dieses Kapitel und namentlich den 2. und 3. Abschnitt desselben so kurz gehalten habe. Ich habe bei der Durcharbeitung der immerhin recht reichhaltigen Litteratur geschwankt, ob es nicht angezeigt wäre, Einzeldarstellungen mehr Rechnung zu tragen. Dieselben würden jedoch den ersten Teil über Gebühr ausgedehnt haben, was der Verbreitung einer Schrift heutzutage eher hinderlich als förderlich ist. Da nun obendrein der zweite Teil der Arbeit Gelegenheit bietet, Gedanken, die hier zu kurz gekommen, weiter auszuführen, so hielt ich schlieſslich das, was hier geboten, für zunächst genügend.

VIERTES KAPITEL.

Die tropischen und subtropischen Kulturgewächse und Haustiere mit ihren Vegetations- und Existenzansprüchen.

Unter der Bezeichnung Kulturgewächse der Tropen und Subtropen will ich hier alle jene Pflanzen — wenigstens die hauptsächlichsten — besprechen, welche zur Zeit in den Tropen und Subtropen sowohl ihrer Wirtschaftlichkeit wegen vornehmlich kultiviert werden — sei es für den Konsum an Ort und Stelle, sei es für den Export —, als auch diejenigen wildwachsenden Pflanzen, welche, ohne speciell angebaut zu sein, durch ihre Produkte wirtschaftliche, speciell Handelsbedeutung besitzen. Diejenigen Kulturgewächse, welche der gemäfsigten Zone — als ihrer Heimat — angehören, finden hier keine Berücksichtigung. Es soll in diesem Kapitel jedoch kein Lehrbuch der tropischen und subtropischen Kulturpflanzen geboten werden, sondern die Zusammenstellung der Kulturgewächse bezweckt nur einen Überblick über die ganze lange Reihe aller jener Gewächse und Kulturen, welche überhaupt für die deutschen Kolonieen in Frage kommen könnten.

Unter denselben Gesichtspunkten und aus denselben Gründen soll auch die tropische und subtropische Viehzucht, welche mit der der eigentlich gemäfsigten Zone vieles gemein hat, kurz behandelt werden, um auch nach dieser Seite hin einen Anhalt für die agrikulturelle Beurteilung unserer Kolonieen zu bieten.

In den Erörterungen habe ich es für passend erachtet, einige nicht unwesentliche Bemerkungen über z. B. Heimat der Pflanzen und Tiere, Zahl ihrer Arten, Spielarten u. s. w. beizufügen, im übrigen bilden die Vegetations- und Existenzansprüche dieser landwirtschaftlichen Produktionsfaktoren das Wichtigste. In ihren thatsächlichen Eigen-

tümlichkeiten soll der Mafsstab geboten werden, nach welchem über die Zulässigkeit der verschiedenen pflanzlichen und tierischen Produktionen im zweiten Teil der Arbeit erwogen werden kann. Dabei wird dann freilich stets die Accommodationsfähigkeit der Produktionsfaktoren zu berücksichtigen sein.

Die rein wirtschaftliche Frage des Anbaues von Kulturpflanzen, sowie der Einrichtung von Viehbetrieben, d. h. die Frage nach der Rentabilität dieser Produktionszweige, speciell dieser oder jener Kultur, dieses oder jenes Viehstapels (Rindvieh oder Schafvieh u. s. w.) mufs hier, wie schon in der Einleitung ausgesprochen, unerörtert bleiben oder kann höchstens hier oder da nur gestreift werden. Ebenso mufs ich hier auch die Frage nach landwirtschaftlich-industriellen Betrieben der tropischen und subtropischen Agrikultur sowie diejenige nach ihrer Rentabilität ausscheiden.

Dieses Kapitel wird demnach ein ebenso grofses Interesse für den Volkswirt und den Kolonialfreund besitzen, wie für einen jeden Landwirt, der sich einen Überblick über das ganze Gebiet dieser tropischen und subtropischen Produktionsfaktoren verschaffen will. — Den praktischen tropischen Landwirt, wie den Botaniker und Zoologen mufs ich nebenbei auf die Quellen verweisen, aus welchen ich selbst geschöpft habe, ich sende daher einem jeden Abschnitt des Kapitels eine Litteraturangabe voraus, auf welche ich alsdann in der weiteren Arbeit wohl verzichten darf.

A. Die tropischen und subtropischen Kulturgewächse mit ihren Vegetationsansprüchen u. s. w.

Einige Litteratur über tropische Kulturpflanzen.

Deutsche Litteratur.

1. Heinrich Semler in San Francisko, Die tropische Agrikultur, ein Handbuch für Pflanzer und Kaufleute. 3 Bände. Wismar 1886—1888. (Hinstorffsche Hofbuchhandlung, Verlagskonto.)
2. Dr. Friedrich Körnicke und Dr. Hugo Werner, Handbuch des Getreidebaues. 2 Bände. Bonn 1885. (Verlag von Emil Straufs.)
3. A. Freiherr von Hammerstein, Der tropische Landbau. Anleitung zur Plantagenwirtschaft und zum Anbau der einzelnen tropischen Kulturgewächse mit besonderer Rücksicht auf die deutschen Kolonieen. Berlin 1886. (Verlag non Paul Parey.)
4. Dr. J. König, Chemische Zusammensetzung der menschlichen Nahrungs- und Genufsmittel. I. Teil. 3. Auflage. Berlin 1889 (Verlag von Julius Springer) und II. Teil. 2. Auflage. 1883 (Verlag daselbst).
5. Dr. Emil von Wolff, Aschenanalysen von landwirtschaftlichen Produkten, Fabrikabfällen und wildwachsenden Pflanzen. I. Teil 1871. II. Teil 1880. (Berlin, Paul Parey.)

6. Dr. Julius Kühn, Die zweckmäfsigste Ernährung des Rindviehes vom wissenschaftlichen und praktischen Gesichtspunkte. 9. Auflage. Dresden 1887. (Schönfelds Verlagsbuchhandlung.) Tabelle über die prozentische Zusammensetzung der Futtermittel.
7. Dr. M. Fesca, Beiträge zur Kenntnis der japanischen Landwirtschaft. I. Allgemeiner Teil. Berlin 1890. (Verlag von Paul Parey.)
8. Dr. Georg Liebscher, Japans landwirtschaftliche und allgemeinwirtschaftliche Verhältnisse nach eignen Beobachtungen dargestellt. Jena 1882. (Verlag von Gustav Fischer.)
9. Dr. W. Krüger, Berichte der Versuchsstation für Zuckerrohr in West-Java, Kagok-Tegal (Java). Dresden 1891. (Verlag von G. Schönfeld.)
10. Dr. F. W. Dafert-Campinas, Die Landwirtschaft São Paulos. Landwirtschaftliche Jahrbücher, Zeitschrift für wissenschaftliche Landwirtschaft. Herausgegeben von Dr. H. Thiel. Band XIX. Heft 2 u. 3. S. 189 bis 238. Berlin 1890. (Verlag von Paul Parey.)
11. Theobald Fischer, Die Dattelpalme, ihre geographische Verbreitung und kulturhistorische Bedeutung, in Dr. A. Petermanns Ergänzungsmitteilungen 1881. No. 64. (Gotha, Justus Perthes.)
12. O. Kuntze, Cinchonaarten, Hybriden und Kultur der Chininbäume. Leipzig 1878.
13. L. Wittmack, Landwirtschaftliche Kulturpflanzen, in Dr. Neumayers Anleitung zu wissenschaftlichen Beobachtungen auf Reisen. 2. Auflage. Band II. Berlin 1888. (Verlag von Robert Oppenheim.)

Englische Litteratur.

1. C. F. van Delden Laërne, Brazil and Java. Report on Coffee-Culture in America, Asia and Afrika to H. E. the Minister of the colonies. London 1885. (Original holländisch, auch ins Französische übersetzt.)
2. Baron Ferdinand von Mueller, Select extra-tropical plants readily eligible for industrial culture or naturalisation, with indications of their native countries and some of their uses. New-Victorian edition Melbourne 1885. Seventh Edition 1888 (deutsch von Götze).
3. John Hughes, F. C. S., Ceylon Coffee soils and manures. London 1879.
4. H. A. A. Nicholts, M. D., The Cultivation of Liberian Coffee in the West Indies. London 1881.
5. E. P. C. Hull, Coffee planting in Southern India and Ceylon. London 1877.
6. A. L. Cross, First years work in a Coffee-Plantation. Colombo 1877.
7. Dr. D. Morris, Cocoa, how to grow and how to cure it. Jamaica, Kingston 1882.
8. John Hughes, F. C. S., Cocoa, as grown in Trinidad and how to plant it in Ceylon. London, Hatchards Piccadilly 1879.
9. Dr. King, A Manual of Cinchona cultivation in India.
10. L. Wray, The practical Sugarplanter (alt).
11. Dr. G. Vasey, The Agricultural grasses of the United States.
12. Dr. G. Vasey, Grasses of the South. Washington 1887.
13. Clifford Richardson, The chemical composition of American grasses. Washington 1884.
14. P. L. Simmonds, Tropical Agriculture. London 1877.

Zeitschriften:

14. The Planters Gazette and Commercial News. London, Every fortnight.
15. The tropical Agriculturist, Monthly.

Französische Litteratur.

1. Alphons de Candolle, Origine des Plantes cultivées. Paris 1883 (in deutscher Übersetzung von Dr. Götze. Leipzig 1884).
2. Couty, Rapport à M. le Ministre de l'Empire sur la culture du Café. Rio de Janeiro 1879.
3. Couty, Sur le dessèchement du Café par la méthode de M. M. Tounay et Telles. Rio de Janeiro 1880—1881.
4. Couty, Le Café. Paris 1882.
5. Couty, Etude de Biologie Industrielle sur le Café. Rapport adressé à M. le Directeur de l'Ecole Polytechnique. Rio de Janeiro 1883.
6. Dictionaire universelle d'agriculture par Rosier.

Holländische Litteratur.

1. C. F. van Delden-Laërne (siehe unter englischer Litteratur ad 1).
2. Tijdschrift voor Nijverheid en Landbouw in Nederlandsch Indie.

Portugiesische Litteratur.

1. J. A. Henriques, Instruçoes practicas para culturas coloniaes. Lisboa 1884.
2. Nicolau Joaquim Moreira, Breves Consideraçoes sobre a Historia e Cultura do Cafeeiro e Consumo de seu Producto. Rio de Janeiro 1873.
3. Guilherme Sabonadière, O Fazendeiro, de Café em Ceilão. Rio de Janeiro 1877 (übersetzt aus dem Englischen).
4. Joaquim Murtinho, Relatoria de Exercicios Practicos da Cadeira da Biologia Industrial. Im Relatorio do Director da Escola Polytechnica. Rio de Janeiro 1878.
5. Paulo Porto-Alegre, Monographia do Café, Historia, Cultura e Producção. Lisboa 1879.
6. André Rebouças, Agricultura Nacional. Rio de Janeiro 1883.
7. Arthur Getulio das Neves, Noticia sobre o Estado da Agricultura e da Zootechnia no Brazil. Rio de Janeiro 1888.

Spanische Litteratur.

Madriz, El cultivo de Café. Paris 1869.

Es wird die Übersicht über die den Kulturpflanzen beizugebenden Erörterungen erleichtern, wenn ich die letzteren nach einem bestimmten Schema anstelle. So lückenhaft unsere Kenntnisse über die tropischen Kulturpflanzen noch sind, so unvollkommen wird zwar auch dieser Versuch, sie unter einem Schema zusammenzufassen, ausfallen. Immerhin sei er gewagt, und es mag einer späteren Zeit vorbehalten bleiben, das Fehlende nachzuholen sowie das Irrige zu verbessern.

Folgende Faktoren sollen in dieser Zusammenstellung der tropischen und subtropischen Kulturpflanzen Berücksichtigung finden:

1. Deutscher Name der Pflanze, wo er vorhanden, sowie einheimischer.
2. Botanischer Name.
3. Arten, Unterarten und Spielarten der Pflanze, mit Bezeichnung der hauptsächlichsten.
4. Ursprüngliche Heimat der Pflanze, wenn dieselbe festzustellen, sowie Hauptkulturländer derselben.
5. Vegetationsdauer der Pflanze in specieller Rücksicht auf rein wirtschaftliche Kultur- und nicht auf rein botanische Fragen.
6. Temperaturbedürfnis der Pflanze; hierbei wird die mittlere Temperatur während der Vegetationszeit zu bezeichnen sein, sowie das zulässige niedrigste Minimum und zulässige höchste Maximum. Diese Angaben beziehen sich selbstverständlich nur auf eine wirtschaftliche Kultur der Gewächse und nicht auf rein botanische Fragen.
7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis der Pflanze. In Bezug auf das Belichtungsbedürfnis mache ich 6 Grade und verweise bezüglich derselben auf das System und die Erörterungen, welche S. 84—86 gegeben sind.
8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis der Pflanze; hierbei werde ich versuchen, ein mittleres Niederschlagsbedürfnis oder die zulässige Maximal- und Minimalgrenze zu bezeichnen.
9. Besondere Anforderung der Pflanze an die physikalische Beschaffenheit des Bodens.
10. Chemische Analyse der Pflanze in Rücksicht vornehmlich auf diejenigen Organe, welche der Wirtschaft bezw. dem Acker alljährlich oder periodisch entführt werden.
11. Bekanntes oder vermutliches Nährstoffbedürfnis der Pflanze, wie solches zu berücksichtigen ist auf Böden mit nicht einseitigem oder mangelndem Nährstoffgehalt.
12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen der Pflanze.
13. Tierische und pflanzliche Feinde der Pflanze, soweit solche besonders bekannt, oder besonders gefährlich sind.
14. Besondere Bemerkungen.

Die Gruppierung der Kulturpflanzen ist nach landwirtschaftlichen und volkswirtschaftlichen Gesichts-

punkten vorgenommen, dabei haben auch botanische insofern mitgewirkt, dafs die Übersicht und Auffindung einzelner Pflanzen erleichtert wird. Ich will noch einmal besonders hervorheben, dafs alle Angaben, welche gemacht werden, sich auf die wirtschaftliche Frage des Anbaues beziehen, und nicht auf rein botanische Thatsachen. Von diesem Gesichtspunkte aus sind insbesondere alle ziffermäfsigen Angaben aufzufassen. Um dieses an einem Beispiel zu erläutern, so kann unter Umständen auch eine Orange oder Feige oder Ananas im eigentlich gemäfsigten Klima im Freien grofsgepäppelt werden, es würde aber keinem Landwirt einfallen, nach einem solchen Beispiel die Kulturfähigkeit dieser Pflanze bis auf den etwa 50.° N. Br. anzugeben. Es handelt sich hier darum, diejenigen Ziffern aufzuführen, durch welche Vegetationsgrenzen bestimmt werden, innerhalb deren eine Kultur mit wirtschaftlichem Erfolge auszuführen ist.

Diese Darstellung der Lehre von den tropischen Kulturpflanzen unterscheidet sich insofern von dem auf diesem Gebiete grundlegendem Werke Semlers „Die tropische Agrikultur, ein Handbuch für Pflanzer und Kaufleute“, als sie die Vegetationsverhältnisse der Kulturgewächse in übersichtlicher und gleichzeitig knapperer Weise bringt, aber auch manche Erweiterung und notwendige Berichtigung, sowie eine fafslichere und präcisere Form enthält. Landwirtschaftlich technische sowie reine Produktions- und Handelsfragen, welche Semler in praktischter und musterhafter Weise auf Grund seiner so reichen Erfahrung und unermüdlichen litterarischen Arbeit zusammengestellt hat, habe ich hier naturgemäfs ausgeschlossen. Im übrigen lehnt sich jedoch dieser Abschnitt an das Semlersche Werk an, dem ein jeder, welcher sich mit der schwierigen Materie der gesamten tropischen Agrikultur beschäftigt hat, wohl aus vollstem Herzen Dank und Bewunderung zollt. Die kleinen Mängel und Inkorrektheiten, welche das Werk Semlers enthält und welche auf den eigenartigen Bildungsgang dieses unermüdlich fleifsigen und rastlos strebenden, dabei mit Entbehrungen und Sorgen aller Art stets ringenden Mannes zurückzuführen sind, vermögen demselben nicht den geringsten Abbruch zu thun. Wir Deutsche speciell können es Semler nicht genug Dank wissen, dafs er uns durch seine litterarischen Arbeiten erst in den Stand gesetzt hat, unsere Kolonieen vom landwirtschaftlichen Gesichtspunkt aus zu beurteilen. Dieses hier besonders zu betonen, halte ich nicht nur für die Erfüllung einer nationalen Pflicht, der ich mit ganzem Herzen nachkomme, sondern auch für

einen Akt der Pietät vor dem Geiste dieses uns wiedergewonnenen, aber leider zu früh entrissenen Landsmannes.

A. Pflanzen, welche Nahrungs- und Genufsmittel liefern.

a. Getreidefrüchte.

I. 1. **Mais**, Welschkorn, Türkischer Weizen, Türkisch Korn, Kukurutz u. s. w.

2. Zea Mays L., fragliche Arten sind Zea Hirta (Kalifornien), Zea rostrata (Peru), Zea macrocarpa (Peru), Zea cryptosperma (Argentinien), Zea erythrolapsis (Südamerika), Zea caragua (Chile).

3. Die Zahl der Spielarten beträgt über 300.

Unterschiede sind vorhanden als: 12—24reihig, zehnreihig, achtreihig, sechsreihig, ferner als: Steinmais, Zahnmais, Puff- oder Knallmais, Zuckermais, Baummais, Bergmais und einige mehr.

Andere teilen folgend: Zea excellens (ausgezeichneter), saccharata (Zuckermais), dentiformis (Pferdezahnmais), microsperma (kleinkörniger) und vulgaris (gemeiner).

4. Ursprüngliche Heimat: Amerika.

Kulturländer: vornehmlich die subtropischen Zonen beider Hemisphären und die denselben nördlich und südlich anliegenden Gebiete; der Mais reift noch auf dem 51.° N. Br.

5. Vegetationsdauer, je nach Klima und Art 2½—7 Monate, ungefähres Mittel 4 Monate.

6. Temperaturbedürfnis während der Vegetationszeit: die mittlere Temperatur darf nicht unter 16° Cels. betragen, die niedrigste erträgliche Temperatur ist 6° Cels. (gegen die Reife kann sie tiefer sinken), die höchste zulässige Temperatur ist noch nicht ermittelt.

Das Anpassungsvermögen des Maises an Klima ist sehr grofs, schroffe Temperaturwechsel wirken jedoch sehr schädlich.

7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Der Mais ist eine Lichtpflanze fast II. Grades. Schatten verträgt er nicht.

8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis. Mais liebt mittleren Feuchtigkeitsgehalt der Luft und Feuchtigkeit haltenden Boden, verlangt Bewässe-

rung oder bei mittlerer Vegetationsdauer auf die ersten 2 Monate gleichmäfsig verteilte Regenmengen von nicht unter 100—150 mm pro Monat je nach geographischer Breitenlage.

9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Felsiger, thoniger und sandigtrockener Boden ist von der Maiskultur auszuschliefsen, am meisten entspricht derselben tiefgründiger mürber und warmer Boden, welcher Feuchtigkeit hält. Stagnierende Näfse verträgt der Mais nicht.

10. Chemische Analyse des Korns.

		Ungefähres Mittel:	Aschengehalt der Körner, ungefähres Mittel:		
Wasser	5 —22 %	13,5 %	CaO	= 3,1 %	(0,6—3,8)
Rohfaser	1,0— 8,5 -	3,5 -	MgO	= 14,7 -	
Fettsubstanz	1,5— 9,0 -	6,0 -	P_2O_5	= 44,5 -	(38,0—54,0)
Stickstofffreie Extraktstoffe	52,0—74,0 -	65,0 -	K_2O	= 30,7 -	(24,2—38,1)
Proteinstoffe	5,6—15,0 -	10,5 -	Na_2O	= 1,0 -	
(Stickstoff	1,0— 2,6 -	1,6 -)	Fe_2O_3	= 1,0 -	
Asche	0,8— 4,0 -	1,5 -	Cl	= 0,5 -	
		100,0	SO_3	= 3,0 -	
			SiO_2	= 1,5 -	
				100,0	

Aschengehalt einer ganzen Pflanze, Grünmais: Reinasche = 5,74 %:

CaO	= 13,0 %
MgO	= 6,6 -
P_2O_5	= 7,2 -
K_2O	= 4,4 -
Na_2O	= 8,3 -
Fe_2O_3	= 0,5 -
Cl	= 1,4 -
SO_3	= 3,8 -
SiO_2	= 54,8 -
	100,0

Zusammensetzung des Grünmaises mit milchreifer Frucht (in 100 Teilen der Trockensubstanz):

Rohfaser	18,4 %
Fettsubstanz	1,3 -
Stickstofffreie Extraktstoffe	68,1 -
Proteinstoffe	6,5 -
Asche	5,7 -
	100,0

11. Das Nährstoffbedürfnis des Maises ist vornehmlich Phosphorsäure, dann Kali, weniger Magnesia und Kalk. Stickstoffgaben sind nach dem Kulturzustand des Bodens mehr oder weniger angebracht, in regenreichen Gegenden jedoch auf ein Minimum zu beschränken.

12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen. Mais verlangt sorgfältige Kultur, rechtzeitige Bestellung, Lockerung des Bodens und Freihalten von Unkraut.

13. Tierische und pflanzliche Feinde. Vierfüfsler und Vögel greifen die Pflanzungen fast jederzeit an, vornehmlich zur Zeit der Ernte. Von pflanzlichen Parasiten ist vornehmlich Ustilago Maydis Lév. gefährlich, im Halme zuweilen Sclerotium sulcatum Desm. Aufserdem kommen vor Ustilago Reiliana Kühn und Puccinia Maydis Carr.
14. Besondere Bemerkung. Wo der Mais in höheren Breiten- oder Gebirgslagen kultiviert wird, sind die Vegetationsansprüche geringer, dementsprechend jedoch auch die Erträge unsicherer und niedriger. In zu hohen Lagen unterbleibt das Ausreifen des Korns.

Mais ist auch als Grünfutter in den Tropen und Subtropen zu kultivieren.

II. 1. **Reis.**

2. Oryza L.

Arten sind Oryza sativa (der gemeine Reis), Oryza montana (Bergreis).

Fragliche Arten sind: Oryza communissima, mutica, praecox, latifolia, minuta, Nepalensis, perennis und platyphylla.

3. Die Zahl der Spielarten ist aufserordentlich grofs (angeblich über 1400). Hauptsächlichste Anbauarten: Wasser- und Bergreis, welche vornehmlich als hartkörnige, weichkörnige und klebrige unterschieden werden. Neben dem gelben Reis giebt es auch noch roten und schwarzen zur Fütterung der Haustiere. Sehr geschätzt ist der indische Tafelreis und der „Goldseed“ von Carolina.
4. Ursprüngliche Heimat Ostindien oder China oder Centralafrika. (Der wilde nordamerikanische Reis — Zizania aquatica — ist der Kultur noch nicht unterworfen.) Hauptsächlichste Kulturländer: Vorder- und Hinterindien, China, Japan, sowie der indische Archipel; Reis wird aber auch durch den ganzen Tropengürtel, die Subtropen und im Süden der eigentlich gemäfsigten Zone kultiviert, reicht über den 45.° N. Br. hinaus.
5. Vegetationsdauer je nach Klima und Art $3^1/_2$—8 Monate. Der Wasserreis hat eine längere Vegetationszeit als der Bergreis, ersterer im Mittel 6, letzterer im Mittel 4 Monate.

6. Das Temperaturbedürfnis während der Vegetationszeit:

des Wasserreises beträgt nicht unter 23° Cels., ohne erhebliche Temperatursenkung (?);

des Bergreises beträgt nicht unter ca. 20° Cels., ohne erhebliche Temperatursenkung (?).

Niedrigste erträgliche Temperatur des Wasserreises 12° (?).

Niedrigste erträgliche Temperatur des Bergreises ca. 10° (?).

Höchste zulässige Temperatur: dem Reis kann es nicht zu warm werden.

7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Der Reis ist eine Lichtpflanze III. Grades. Schatten erträgt er nicht.

8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis. Der Bergreis liebt hohen Feuchtigkeitsgehalt der Luft, der Wasserreis nimmt es auch mit geringerem vorlieb. Der Bergreis bedarf dagegen weniger Bodenfeuchtigkeit als der Wasserreis. Wo keine Bewässerung, beansprucht der Bergreis meteorischen Niederschlag nicht unter 200 mm (?) pro Monat (bei 4 Monaten Vegetationszeit), der Wasserreis nicht unter 150 mm (?) pro Monat (bei 6 Monaten Vegetationszeit).

9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Bergreis liebt leichten auch sandigen Boden in ebener Lage, Wasserreis entwässerten sumpfigen Alluvialboden, auch solchen mit sandigem feuchten Untergrunde. Boden, welcher anderen Kulturpflanzen zu feucht ist, sagt letzterem besonders zu.

10. Chemische Analyse des ungeschälten Korns.

		ungefähres Mittel
Wasser	5,0—14,0 %	9,0 %
Rohfaser	3,5— 5,8 -	4,0 -
Fettsubstanz	0,1— 1,8 -	0,2 -
Stickstofffreie Extraktstoffe	70,0—86,0 -	78,3 -
Proteinstoffe	7,5— 9,3 -	7,5 -
(Stickstoff	1,0— 1,5 -	1,3 -)
Asche	0,4— 4,2 -	1,0 -
		100,0

Aschengehalt der Körner

		(ungefähres Mittel)
CaO	— 1,8— 7,0 %	5,1 %
MgO	— bis 11,2 -	8,6 -
P_2O_5	— von 40,0 -	46,2 -
K_2O	— von 17,4 -	18,4 -
Na_2O	— 5,2— 5,8 -	5,5 -
Fe_2O_3	— 1,3— 2,4 -	1,8 -
Cl	— 0,4— 1,5 -	1,0 -
SO_3	— 0,4— 1,5 -	1,0 -
SiO_2	— bis 22,4 -	12,4 -
		100,0

11. Das Nährstoffbedürfnis des Reises ist vornehmlich Phosphorsäure, doch wird auch Stickstoffdüngung unter Umständen sehr angebracht sein. Gründüngung ist mit Erfolg anzuwenden.
12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen. Reis kann sowohl gedrillt, wie breitwürfig gesäet, wie verpflanzt werden, erfordert geringere Bearbeitung als Mais, jedoch besondere Aufmerksamkeit in Rücksicht auf die Ernte.
13. Tierische und pflanzliche Feinde. Vierfüfsler verwüsten oft die Kulturen, auch Vögel können ihnen vor der Reife sehr schaden, Pflanzenkrankheiten ist der Reis nur wenig ausgesetzt, zuweilen schaden Pleospora Oryzae Garovaglio und Sclerotium Oryzae.
14. Besondere Bemerkungen. Bewässerung mit Salzwasser kann der Reis nicht vertragen, gegen jede Süfswasserbewässerung ist der Reis (Wasserreis) die dankbarste Frucht. Bei Bewässerung oder in Gebieten mit zehnmonatlicher Wärme und vielen Niederschlägen bietet der Reis alljährlich 2 Kulturen.

III. 1. **Hirse**, Hirsch, Hirsengrinze, Panikorn, Prein, Fensch, Milie und noch viele andere Namen, teils eine Art teils die ganze Gruppe bezeichnend.
2. Panicum L.
3. Besondere (für die Tropen in Betracht kommende) Arten sind Panicum miliaceum (Rispen-, Klump-, Dickhirse), P. italicum (Kolbenhirse). (Panicum sanguinale wird sowohl in den Tropen als auch im gemäfsigten Klima angebaut.)

   Die Zahl der Spielarten ist kaum zählbar.
4. Ursprüngliche Heimat: Südasien und Afrika.

   Kulturländer vornehmlich die Tropen und Subtropen Asiens und Afrikas. Manche Arten gehen sogar bis 53.° N. Br.
5. Vegetationsdauer: je nach Klima und Art sehr verschieden, im Mittel 3—4 Monate.
6. Temperaturbedürfnis während der Vegetationszeit: die mittlere Temperatur darf je nach Art nicht unter 16° bezw. 20° Cels. sinken; als niedrigste erträgliche Temperatur ist aufzuführen: 10° bezw. 15° Cels.; höchste zulässige Temperatur: der Hirse kann es nicht zu heifs werden.

7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Hirse ist eine Lichtpflanze II. Grades. Schatten verträgt sie nicht.
8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis. Hirse liebt nach kurzer Regenzeit anhaltende Trockenheit, ist tiefwurzelnd. In den ersten Vegetationsmonaten genügen bereits 100 mm (?) Regen pro Monat, später noch weniger.
9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Tiefgründigkeit und Mürbe; stagnierende Nässe ist schädlich.
10. Chemische Analyse des Korns. Dieselbe ist je nach Art und Klima grofsen Schwankungen unterworfen.

Annähernde Auskunft bieten folgende Zahlen:

		ungefähres Mittel
Wasser	12,0—14,0 %	14,0 %
Rohfaser	3,5 - 13,0 -	9,5 -
Fettsubstanz	3,0— 5,0 -	3,5 -
Stickstofffreie Extraktstoffe	57,0—71,8 -	58,0 -
Proteinstoffe	9,5—15,3 -	12,0 -
(Stickstoff	1,5— 2,4 -	2,0 -)
Asche	1,6— 3,3 -	3,0 -
		100,0

Aschengehalt		ungefähres Mittel
CaO	0,7— 1,1 %	— 0,7 %
MgO	7,7— 9,2 -	— 9,0 -
P_2O_5	18,2—28,6 -	— 26,0 -
K_2O	9,6—14,3 -	— 12,0 -
Na_2O	0 — 7,0 -	— 3,0 -
Fe_2O_3	0,6— 0,7 -	— 0,6 -
Cl	0,1— 0,9 -	— 0,5 -
SO_3	0,1— 0,4 -	— 0,2 -
SiO_2	45,1—49,9 -	— 48,0 -
		100,0

11. Nährstoffbedürfnis der Hirse. Vermutlich ausschliefslich Phosphorsäure. Auch Stickstoffdüngung erscheint mir je nach Boden und Klima nicht unangebracht.
12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen. Abpassung der Saatzeit und wenn thunlich Tiefkultur!
13. Tierische und pflanzliche Feinde. Vierfüfsler schaden den Kulturen, ebenso Vögel zur Zeit der Reife. Brandarten vermögen sehr nachteilig zu werden; fast jede Art hat besonders benannte Ustilago, von denen Ustilago destruens Schl. und Ustilago Crameri Kcke. die bekanntesten sind.
14. Besondere Bemerkungen. Die (oder der) Hirse ist eine relativ anspruchslose Pflanze, welche sich vor-

nehmlich für Tropenländer mit kurzen Regenzeiten und intensiven Trockenperioden eignet. Es kommt bei der Hirse vornehmlich darauf an, für eine Gegend die entsprechende Art auszuwählen, was bei der grofsen Zahl derselben nicht sehr schwierig ist.

Die Hirse hat auch als Braumaterial grofse Bedeutung.

IV. 1. **Sorghum**, Moorhirse, Welsche Hirse, Kaffernkorn, Honiggras, Büschelmais und viele andere Benennungen.

2. Sorghum vulgare Pers., Holcus Sorghum, Holcus Durra, und Sorghum saccharatum Pers. (Form: die letztere effusus, die erstere contractus.)

3. Die Zahl der Spielarten ist sehr grofs und noch unbekannt; vornehmlich praktische Bedeutung haben der chinesische Sorghum mit ausgebreiteten und der indische Sorghum mit geschlossenen Rispen, ferner die egyptische Durra (weifse und braune Spielart). Berühmte Spielart ist Early Amber, besonders geeignet zur Kultur, wenn Zuckersaft aus dem Sorghum gewonnen werden soll.

4. Die ursprüngliche Heimat ist unsicher, Centralafrika oder Indien oder China.

Kulturländer: vornehmlich in den Tropen und Subtropen Asiens und Afrikas, auch Nordamerikas. Über den 41.° geht die Kultur zum Zweck der Kornproduktion nicht hinaus.

5. Vegetationsdauer je nach Klima und Art 4—6 Monate, gemeiniglich 5 Monate.

6. Temperaturbedürfnis während der Vegetationszeit: die mittlere Temperatur darf nicht unter 20° Cels. betragen. Die niedrigste erträgliche Temperatur liegt bei 10° Cels., höchste zulässige Temperatur: dem Sorghum kann es nicht zu heifs werden.

7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Sorghum ist eine Lichtpflanze II. Grades. Schatten verträgt er nicht.

8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis. Sorghum liebt nach kurzer Regenzeit anhaltende Trockenzeit (ist eine tiefwurzelnde Pflanze). In den beiden ersten Vegetationsmonaten genügen 100 mm (?) Niederschlag pro Monat, später noch weniger.

9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens: Tiefgründigkeit und Durchlässigkeit; Untergrund mit stagnierender Nässe ist durchaus schädlich.

10. Chemische Analyse des Korns.

		ungefähres Mittel	Aschengehalt (ungefähres Mittel)	
Wasser	12,0 —14,0 %	13,0 %	CaO	— 1,3 %
Rohfaser	1,6 — 3,5 -	2,7 -	MgO	— 14,8 -
Fettsubstanz	2,4 — 3,8 -	3,0 -	P_2O_5	— 50,9 -
Stickstofffreie Extraktstoffe	63,0 —73,0 -	69,0 -	K_2O	— 20,4 -
Proteinstroffe	7,2 —11,0 -	10,0 -	Na_2O	— 3,2 -
(Stickstoff	1,2 — 1,7 -	1,5 -)	Fe_2O_3	0,3—1,9 -
Asche	1,3 — 3,4 -	2,3 -	SiO_2	— 7,5 -
		100,0		100,0

11. Das Nährstoffbedürfnis des Sorghum scheint vornehmlich Phosphorsäure zu sein, ob auch Kali, ist nicht sicher (Semler nimmt es zwar an). Ob Kalkdüngung angebracht (Thomasphosphatmehl), ist fraglich. Stickstoffdüngung ist angeblich von zweifelhafter Wirkung.

12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen. Der Sorghum verlangt noch sorgfältigere Abpassung der Saatzeit (Einweichen des Samens) und Pflege als der Mais, wenn irgend thunlich auch Tiefkultur.

13. Tierische und pflanzliche Feinde. Vierfüſsler schaden den Kulturen, ebenso Vögel zur Zeit der Reife. Von Brandarten sind zuweilen sehr schädlich Ustilago Tulasnei Kühn, Reiliana Kühn, cruenta Kühn und Sorosporium Ehrenbergii Kühn, vornehmlich die erstere.

14. Besondere Bemerkungen. Sorghum ist eine für Tropenländer mit wenigen Regenmonaten und intensiven Trockenperioden sehr geeignete Kulturpflanze.
 Sorghum wird auch besonders in Nordamerika kultiviert, um Zucker zu fabrizieren, doch macht der hohe Gehalt des Sorghumsaftes an nicht krystallisierbarem Zucker (bis zu 3,5 %, während Zuckerrohr nur 0,6 % enthält) die Rentabilität dieser Fabrikation recht fraglich.

V. Hirseartige Gewächse.

(Botanisch zumeist nur lückenhaft bekannt und landwirtschaftlich zumeist nur in roher Kultur angebaut.)

α. 1. **Tef**, Teff, Tief, Taf, Tafi.
2. Eragrostis abessinica L. Poa abessinica.
3. Zahl der Spielarten unbekannt. (Fast alle Farben, weifs bis schwarz sind vertreten.)
4. Ursprüngliche Heimat: Afrika, nördlich vom Äquator.
Kulturländer: Abessinien und Gallaländer.
5—14. In allen diesen Verhältnissen ist der Tef der Hirse vermutlich sehr ähnlich, nur scheint er mehr Feuchtigkeit zu beanspruchen. Zum Brauen scheint der Tef sich nicht zu eignen.

β. 1. **Korakan**, Dagussa, Tokusso (Murna, Telebun).
2. Eleusine coracana Gaertner, Eleusine Tocussa Fresenius, Cynosurus coracanus L.
3. Zahl der Spielarten anscheinend nicht grofs. (Die Scheinähren sind gerade oder nach innen gekrümmt.)
4. Ursprüngliche Heimat: vermutlich Centralafrika vielleicht auch Indien.
Kulturländer: Afrika mit Ausnahme des Nordens und des Südens, ferner Ostindien, Java, Ceylon, Amboina.
5—14. In allen diesen Verhältnissen ist der Korakan der Hirse ähnlich, nur beansprucht er vornehmlich in Hochländern eine längere Vegetationszeit. Der Korakan liefert angeblich schlechtes Brot, aber ausgezeichnetes Bier.

γ. 1. **Dochau**, Dochu, Doche, Dogghe, Negerhirse, Pinselhirse, Pinselgras, geährtes Dorrgras.
2. Pennisetum spicatum, Penicillaria spicata Willdenow, Holcus spicatus L., Ceuchrus spicatus, Panicum spicatum (auch Panicum americanum).
3. Zahl der Arten und Spielarten noch nicht sicher festgestellt. (Besondere Unterschiede in der Farbe des Korns.)
4. Ursprüngliche Heimat: vermutlich Centralafrika.
Kulturländer: Afrika, Ostindien, Arabien.

5—14. In allen diesen Verhältnissen ist der Dochan der Hirse recht ähnlich. Der Dochan liefert gute Nahrung und schmackhaftes Bier.

b. Zuckerfrüchte.

VI. 1. **Zuckerrohr.** (Bei den Deutsch-Brasilianern Canne.)

2. Saccharum officinarum L.

3. Zahl der Spielarten sehr grofs; besonders kultiviert: Bourbon-Rohr, Otahite-Rohr, Java-Rohr, batavisches Rohr, bengalisches Rohr, chinesisches Rohr, Rohr von Assam, Elefantenrohr von Cochinchina und von Barbados, Rohr von Mauritius und viele andere.

4. Ursprüngliche Heimat: Cochinchina und Bengalen. Kulturländer: vornehmlich Westindien, insbesondere Cuba, Trinidad, Guadeloupe und Martinique, dann Guyana, Brasilien, der Süden der nordamerikanischen Union, Mauritius, Java, die Philippinen. Über den 36.—37.° N. Br. und 30.° S. Br. geht rentable Kultur nicht hinaus.

5. Vegetationsdauer, je nach Klima und Spielart sehr verschieden, 9 Monate (am Orinoco) bis 18 Monate, im Mittel 12 Monate.

6. Temperaturbedürfnis während der Vegetationszeit. Die mittlere Jahrestemperatur darf nicht unter 17,5° Cels. betragen. Niemals darf die Temperatur, selbst nicht zur Zeit der Reife unter 0° herabgehen, selbst Temperaturen von + 5° Cels., wenn sie häufig wiederkehren und lange anhalten, sind schon schädlich. Plötzliche Temperaturwechsel schaden ebenfalls. Zu heifs kann es dem Zuckerrohr nicht werden, wenn genügende Bodenfeuchtigkeit vorhanden; je wärmer, desto kürzer die Vegetationszeit.

7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Zuckerrohr ist eine Lichtpflanze II. Grades. Schatten verträgt es nicht.

8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis. Zuckerrohr verlangt viel Feuchtigkeit sowohl der Atmosphäre wie des Bodens, namentlich in den ersten 3 Monaten der Vegetation, in denen 150—200 mm Regenfall pro Monat als Minimum zu beanspruchen ist. Auch für die nächsten 7 Monate ist Regenfall von

im Mittel mindestens 120 mm pro Monat mit trockener Witterung abwechselnd erforderlich. Wo diese Regenmengen fehlen, kann Zuckerrohr nur vermittelst künstlicher Bewässerung sicher kultiviert werden.

9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Tiefgründigkeit und Mürbe des Bodens sowie jederzeitige Bodenfeuchtigkeit sind Bedingnis der Kultur. Stagnierende Nässe schliefst sie aus. Entwässerung!

10. Chemische Analyse des Rohrs.

	Durchschnitt normaler Zuckerrohrpflanze:			Durchschnitt normaler Asche einer Pflanze:		Normale Schwankung des Aschengehalts des Zuckerrohrs (ausgewachsene Pflanze) mit Blättern:
Wasser	71,5 %		CaO	10,0 %	—	2,3—13,2 %
Zucker	18,0 -		MgO	6,5 -	—	3,7—15,6 -
Rohfaser	9,0 -		P_2O_5	6,0 -	—	3,8—13,3 -
Eiweifsstoffe	0,6 -		K_2O	18,0 -	—	10,6—25,5 -
Fett- u. Farbstoffe	0,4 -		Na_2O	2,0 -	—	0,6— 8,2 -
Asche: Salze	0,3 -	0,5	Fe_2O_3, Mn_2O_3	2,0 -	—	? — ? -
Asche: Kieselsäure	0,2 -					
	100,0		SO_3	8,0 -	—	3,3—10,9 -
			Cl	4,5 -	—	1,0—14,3 -
			SiO_2	43,0 -	—	17,0—51,9 -
				100,0		

11. Nährstoffbedürfnis des Zuckerrohrs ist: Kalk, Kali, Phosphorsäure; auch Stickstoff in mäfsigen Gaben ist angebracht. Von besonderer Wichtigkeit ist der Kalkgehalt des Bodens.

12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen. Zuckerrohr verlangt eine tief durchgearbeitete Krume. Zu grofse anhaltende Bodenfeuchtigkeit mufs durch Entwässerungsanlage beseitigt werden.

13. Tierische und pflanzliche Feinde. Fast alle pflanzenfressenden Vierfüfsler vermögen die Kulturen zu schädigen, dann vornehmlich der Zuckerrohrkäfer Ligyrus rugiceps, Familie der Scarabaeidae, der Zuckerrohrbohrer Diatraea saccharalis, Familie der Pyralidae. Über die Ursachen der Zuckerrohrkrankheit, genannt Sereh, ist noch nichts Sicheres ergründet. Darüber

später zu Schlufs des Abschnittes über die Kulturpflanzen!

14. Besondere Bemerkungen. Dieselbe Pflanze liefert mehrjährige Ernten. Man unterscheidet demnach Erstlingsrohr (Rohr des ersten Jahres) und Ratun (des 2., 3. etc. Jahres). Im rationellen Betriebe kommt nur Ratun des 2. Jahres, höchstens noch des 3. Jahres in Betracht.

Nähe des Meeres, d. h. Küstenklima, sagt der Zuckerrohrkultur wegen der Gleichmäfsigkeit des Klimas — ohne schroffe Temperaturwechsel — am meisten zu.

VII. Sorghum, Ananas, Aprikosen, Zuckerahorn, die sogenannte wilde indische Dattelpalme, Gomutipalme sind Pflanzen, welche sich zur Zucker- oder Sirupgewinnung eignen. Über Sorghum ist bereits unter III das Nähere erörtert. Über die folgenden Pflanzen liegt zu unsicheres und spärliches Material vor, als dafs ich die Kulturen derselben hier vorzuführen vermöchte. Mitgeteilt sei nur noch, dafs der Zuckergehalt der Pflanzen folgender ist:

α. **Sorghum** (Sorghum saccharatum Pers.) bis zu 16 % Zucker

β. **Ananas** (Ananassa sativa Lindl.) bis zu 14 % Zucker

γ. **Aprikosen** (Prunus armenica L) bis zu 9 % Zucker

δ. **Zuckerahorn** (Acer argutum und Acer japonicum) über 2 % Zucker

ε. **Wilde indische Dattelpalme** (Phoenix sylvestris). Zuckergehalt des aus dem Stamme gezapften Saftes ist mir nicht bekannt geworden, obgleich die Kultur in Indien, besonders in den Distrikten Ihenidah und Magurah, sehr verbreitet.

ζ. **Gomutipalme** (Borassus gomutus, Gomutus oder Arenga saccharifera) von geringer Bedeutung; der mir unbekannte Zuckergehalt des den männlichen Blütenzapfen abgezogenen Saftes wird auf den malayischen Inseln genutzt.

Die sub β, ε und ζ genannten Gewächse werden später unter c, XI und h, XLV, XLVI noch näher beschrieben.

c. Sogenannte Südfrüchte.

VIII. 1. **Banane**, Pisang, Platane. (Noch viele andere Namen.)

2. Musa sapientum L. und Musa paradisiaca L. Die Unterscheidung liegt nur in der verschiedenen Gröfse der Früchte (erstere liefert kleinere als letztere) und ist daher unwesentlich.

3. Die Zahl der Spielarten ist sehr grofs, besondere sind: El Platano macho, guieno, grande, de Costarica, chico manzanita, de Portorico, Cavendishbanane, Nepaulbanane, Chinesische Banane, Royal Dwarf, Decca, Dublone, Feigenbanane, Honigbanane.

4. Ursprüngliche Heimat: Malayische oder südasiatische Inseln.

   Kulturländer: Die Banane gehört zu den wichtigsten Nahrungsmitteln aller Subtropen- und besonders Tropenländer, nur in Afrika, vornehmlich Ostafrika nimmt sie diese Stellung noch nicht ein.

5. Vegetationsdauer je nach Art und Klima 9—24 Monate (und darüber), gemeiniglich 12—14 Monate.

6. Temperaturbedürfnis während der Vegetation. Die mittlere Jahrestemperatur darf nicht unter 18,0° Cels. sinken. Niedrigste erträgliche Temperatur: nicht unter 0°. Längere 0°-Temperatur zerstört die Kulturen. Höchste zulässige Temperatur: der Banane kann es nicht zu heifs werden. Die Kulturen gehen nicht über den 35.° N. Br. und 30.° S. Br. (also die subtropische Zone) hinaus.

7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Die Banane ist eine Lichtpflanze III. Grades. Leichte Beschattung durch Schutzbäume beeinträchtigt sie nicht.

8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis. Die Banane liebt hohen Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre, am liebsten Seeluft. Lange Trockenperioden sagen ihr nicht zu. Sie beansprucht pro Jahr mindestens 1000 mm wohlverteilten Regenfall.

9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Humoser wasserhaltender Lehmboden sagt der Banane am meisten zu; morastigen Boden, wie schweren steifen Thonboden oder leichten Sandboden liebt sie nicht.

10. Chemische Analyse

	einer unreifen	und reifen Banane
Wasser	70,92 %	66,78 %
Rohfaser	0,36 -	0,17 -
Stärke	12,06 -	Spuren
Tanin	6,53 -	0,34 -
Öl	0,21 -	0,58 -
Traubenzucker	0,08 -	20,97 -
Rohrzucker	1,34 -	4,50 -
Eiweifsstoffe	3,04 -	4,92 -
Asche	1,04 -	0,95 -
nicht erwiesen	4,42 -	0,79 -
	100,0	100,0

Eine Aschenanalyse reifer Bananenfrucht ist mir nicht zugänglich geworden.

11. Das Nährstoffbedürfnis der Banane. Ein specielles Nährstoffbedürfnis ist nicht bekannt, Compost und Holzasche sollen ausgezeichnet wirken.

12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen. Dieselben sind gering und beschränken sich vornehmlich auf Reinigung der Kulturen, bis sie den Boden beschatten. Bei gröfseren Anpflanzungen in freier Lage sind windbrechende Schutzbäume durchaus erforderlich.

13. Tierische und pflanzliche Feinde. Vierfüfsler richten oft Schaden an in den Kulturen. Parasitär (?) ist ein Schurf am Wurzelhals gefährlich.

14. Besondere Bemerkungen. Die Banane wird nur durch Wurzelschöfslinge fortgepflanzt, es sei denn, man griffe auf die noch wild vorkommende samentragende Stammmutter (Musa trogloditarum) zurück. Zu gutem Gedeihen gehört eine windgeschützte Lage. Blätter, Stauden und Fruchtschalen sind dem Boden in Form von Kompost zurückzugeben. Die Banane verträgt keinen weiten Export. Gute und sichere Präservierungsmethoden sind nicht bekannt; durch sie könnte die Banane ihres hohen Nähreffektes wegen zu einem Handelsartikel ersten Ranges gemacht werden.

IX. 1. **Orangen und Citronen**, Apfelsinen, Limetten, Pomeranzen, Pompelmuse.

2. Citrus (Gattungsname).

3. Verschiedene Arten sind: Citrus vulgaris (Orange), Aurantium (Apfelsine), medica (Pomeranze), Bergamia (Bergamotte), decumana (Pompelmus), limetta (Limette), limonum (Citrone), japonica (Kumquat). Die Zahl der Spielarten ist sehr grofs, von einer Aufzählung sehe ich ab; sie sind in der Klimahärte recht unterschiedlich.

4. Ursprüngliche Heimat: Indien (ob ausschliefslich für alle Arten ist fraglich).

   Kulturländer: alle Tropen- und Subtropenländer; als klassisches Land der Orangen und ihrer Kultur werden die Azoren genannt (aufserhalb der Grenze der von mir gezogenen geographischen Linie der Subtropen gelegen). Die Kulturen reichen bis zum 45.° N. Br. und 41.° S. Br.

5. Vegetationsdauer. Die Citrusbäume beginnen bei sorgfältiger Pflege mit dem ca. 7. Jahre Früchte zu tragen und erweisen sich ca. 40 Jahre (?) lang produktionsfähig.

6. Temperaturbedürfnis. Das Jahresmittel der Temperatur darf nicht unter 15° Cels. sinken. Die niedrigste erträgliche Temperatur ist 0°, doch darf dieselbe nicht lange anhalten und auch nicht zur Zeit der Blüte eintreten, ältere Bäume pflegen von leichtem Frost weniger zu leiden als junge. Höchste zulässige Temperatur: Zu heifs kann es der Kultur nicht werden.

7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Citrus ist eine Sonnen- und Lichtpflanze II.—I. Grades. Schatten verträgt Citrus nicht, sobald der Stamm zu tragen beginnt.

8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis. Unter 500 mm Niederschläge pro Jahr gefährdet die Kulturen. Dieselben beanspruchen keinen hohen Feuchtigkeitsgehalt der Luft, sind gegen denselben jedoch auch dankbar.

9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Stagnierende Nässe ist durchaus schädlich und zu beseitigen.

10. Chemische Analyse (ob als typisch zu betrachten, mufs ich dahingestellt sein lassen)

Frucht
(ohne Schale und Kern):

Wasser	89,01 %
Rohfaser	1,79 -
Proteinsubstanz	0,73 -
Freie Säure	2,44 -
Zucker	4,59 -
Sonstige stickstofffreie Stoffe	0,95 -
Asche	0,49 -
	100,0

Asche

	von Stamm und Ästen:		von Blättern:			von Früchten:
CaO	31,57 %	(bis 69,0 %)	41,22 %	(bis 56,4 %)		23,0 %
MgO	10,64 -	(von 3,4 %)	6,53 -			6,5 -
P_2O_5	4,89 -		4,53 -			14,2 -
K_2O	14,15 -		10,18 -			38,9 -
Na_2O	10,67 -	(von 0,76 %)	10,82 -			7,6 -
Fe_2O_3 u. Diff.	6,44 -		1,76 -		$Fe_2(PO_4)^2$	1,7 -
SiO_2	2,82 -	(von 1,2 %)	5,48 -			5,2 -
CO_2	18,82 -		19,48 -		SO_3	2,9 -
	100,0		100,0			100,0

11. Das Nährstoffbedürfnis der Citrusgattung ist bei magerem Boden Kalk, Kali, Phosphorsäure. Stickstoffgaben in Form von Kompost oder stickstoffhaltigen organischen Substanzen sind häufig ratsam.

12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen. Die Plantagen erfordern behufs Ergänzung eine Baumschule. Sorgfältiges Reinigen der Plantagen ist um so mehr angebracht, als das Wurzelsystem sich flach ausbreitet. Auch die Pflege der Stämme und Reinhaltung der Kulturen von pflanzlichen Parasiten erfordert Aufmerksamkeit und Sorgfalt. In den ersten Jahren ist für geeignete Zwischenpflanzung zu sorgen.

13. Tierische und pflanzliche Feinde. Die Schildlaus, Coccus hesperidum, ist sehr gefährlich, ferner Wurzelläuse (?). Auch Rostarten und Mehltau sind gefahrvoll.

14. Besondere Bemerkungen. In der Pflanzung ist die Aufstellung eines Bienenstandes zu empfehlen. Schutz gegen Wind ist bei Anlage einer Pflanzung zu berücksichtigen.

X. 1. **Feigen.**

2. Ficus carica L.

(Die Gattung Ficus zählt mehr denn 100 Arten.)

3. Die Zahl der Spielarten ist recht grofs (Früchte schwarz, braun, rot, gelb bis weifs), besonders beliebt ist die Smyrnafeige. Nicht jede Spielart läfst sich dörren; dieselben unterscheiden sich auch sehr in der Klimahärte.

4. Ursprüngliche Heimat: Küsten des Mittelmeeres (Kleinasien und Syrien).

Kulturländer: vornehmlich die Subtropen der nördlichen Hemisphäre und die denselben anliegenden Gebiete.

5. Vegetationsdauer. Der Feigenbaum beginnt im 4. Jahre zu tragen, trägt über 100 Jahre gleichmäfsig und wird sehr alt; er liefert alljährlich 1—2mal Ernten (je nach Klima und Spielart).

6. Temperaturbedürfnis. Der Feigenbaum beansprucht eine mittlere Jahrestemperatur von nicht unter 14,5° Cels. 2 streng geschiedene Perioden der Regenzeit und einer sehr trockenen Zeit sind Bedingnis seiner Kultur. Während ersterer kann die niedrigste erträgliche Temperatur auch bis zu 2° Cels. unter 0 sinken, während letzterer ist eine hohe Wärme von mindestens 28° Cels. für längere Zeit erforderlich. In der Trockenzeit sind Regengüsse und starke Tauniederschläge der Frucht aufserordentlich nachteilig.

7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Der Feigenbaum ist eine Lichtpflanze I. Grades, nachdem er die Blüte angesetzt. Schatten verträgt er nicht.

8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis. Wo während der kalten Zeit unter 400 mm Regen fällt, ist künstliche Bewässerung erforderlich. Feuchtheifse Luft sagt dem Feigenbaum wohl zu, aber läfst die Früchte nicht zur Entwicklung gelangen. Er liebt trockene heifse Luft.

9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Der Boden darf die Feuchtigkeit nicht zu sehr halten, da sonst Geilheit und frühzeitiger Fruchtabfall ein-

tritt; kiesiger oder lockerer Untergrund sagt der Kultur besonders zu, am meisten kalkiger.

10. Chemische Analyse einer getrockneten Smyrnafeige:

Wasser	17,5 %	(bis 31,2 %)
Proteinstoffe	6,1 -	(von 4,1 %)
Zucker	57,5 -	
Stärke	3,0 -	
Pectose und Pectin	5,4 -	
Fettsubstanz	0,9 -	(bis 1,4 %)
Rohfaser	7,3 -	(von 5 %)
Asche	2,3 -	(bis 2,9 %)
	100,0	

Die Asche einer Feigenfrucht setzte sich zusammen aus:

CaO	— 18,9 %
MgO	— 9,2 -
P_2O_5	— 1,3 -
KO	— 28,4 -
NaO	— 26,3 -
Fe_2O_3	— 1,5 -
Cl	— 2,7 -
SO_3	— 6,7 -
SiO_2	— 5,9 -
	100,9

11. Das Nährstoffbedürfnis des Feigenbaumes ist ein sehr geringes, namentlich auf Kalkboden, den er besonders liebt. Schwache Stickstoffgaben (in Form von Kompost), welche langsam wirken, dürften am ehesten förderlich sein.

12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen. Eine tiefgründige Bearbeitung des Bodens, womöglich mit Untergrundpflug oder Grubber vor der Anpflanzung der Stecklinge ist erforderlich. Die Pflanzung ist vor Verkrautung zu bewahren. In den ersten Jahren der Pflanzung ist für eine geeignete Zwischenpflanzung zu sorgen, welche jedoch nicht beschatten darf.

13. Tierische und pflanzliche Feinde. Wurzel- und Blattkrankheiten (?) müssen beobachtet und ferngehalten werden. Gegen Unfruchtbarkeit oder das Abfallen der unreifen Früchte giebt es kein anderes

sicheres Schutzmittel als Auswahl der richtigen, dem Klima und Boden zusagenden Spielart.

14. Besondere Bemerkungen. Die Pflanzung des Feigenbaumes geschieht durch (Samen, Wurzelschöfslinge, Absenker und) Stecklinge. Der Feigenbaum gehört zu den ergiebigsten Kulturpflanzen, er vermag pro Stamm bis zu 1000 kg Früchte in einem Jahre zu liefern. Die Theorie der Kaprifikation ist als irrig anzusehen.

XI. 1. **Ananas.**

2. Ananassa sativa Lindl.

3. Zahl der Spielarten beträgt ungefähr 100 (die Früchte wechseln in der Farbe zwischen purpurrot, scharlachrot, dunkelrot, gelb, grün bis weifs). Vornehmlichste Spielart: Zuckerhut.

4. Ursprüngliche Heimat: Amerika. Kulturländer: insbesondere Westindien und Mexiko, im übrigen alle Länder innerhalb der Wendekreise.

5. Vegetationsdauer. Samenschöfslinge bringen erst nach 10—12 Jahren Frucht, Fruchtschöfslinge nach 2—5 Jahren, Stengelschöfslinge nach 1½—2 Jahren, Wurzelschöfslinge nach 14—20 Monaten.

6. Temperaturbedürfnis. Die mittlere Jahrestemperatur darf nicht unter 20° Cels. betragen. Die niedrigste erträgliche Temperatur liegt über 0°. Die höchste Temperatur: es kann der Ananas nie zu heifs und zu sonnig werden.

7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Ananas ist eine Lichtpflanze fast I. Grades, sobald die Blüte ansetzt. Schatten verträgt sie nicht.

8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis. Ananas liebt in der ersten Hälfte der Vegetation grofse Feuchtigkeit der Atmosphäre wie des Bodens, später heifsen Sonnenschein. 1200 mm Regenfall pro Jahr ist die unterste Grenze der Kultur, wenn Bewässerung fehlt.

9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Ananas beansprucht bindigen, wasserhaltenden, thonigen Boden besonders im Untergrund, humose Krume sagt daneben am meisten zu.

10. Chemische Analyse. Ananasfrucht enthält:

Invertzucker . . .	1,98 %	13,31
Rohrzucker	11,33 -	
Asche	0,547 -	

Die Asche der Ananas setzt sich folgend zusammen:

	Frucht	Schopf
CaO	— 12,2 %	21,3 %
MgO	— 8,8 -	6,8 -
P_2O_5	— 5,5 -	3,5 -
KO	— 50,0 -	39,3 -
NaO	— 9,0 -	1,5 -
Fe_2O_3	— 1,6 -	3,9 -
Cl	— 10,8 -	16,3 -
SO_3	— 0,0 -	5,3 -
SiO_2	— 4,1 -	6,1 -
	102,0 (!)	104,0 (!)

11. Das Nährstoffbedürfnis der Ananas ist vermutlich ausschliefslich Stickstoff, der in starker Gabe bemessen werden mufs (Guano! — Chilisalpeter?).

12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen. Wohlvorbereiteter, tiefgepflügter Boden ist die Grundbedingung ertragreicher Kultur. Öftere Lockerung und Reinhaltung des Feldes ist notwendig.

13. Tierische und pflanzliche Feinde. Unter diesen haben die Kulturen angeblich nicht zu leiden.

14. Besondere Bemerkungen. Die Kulturen sind vor Staub zu schützen, welcher sich in den Herzblättern einlagert.

Ananas ist ein difficiler Exportartikel, welcher keine lange Reise aushält. Gute und bequeme Präservierungsmethoden sind nicht bekannt.

XII. 1. **Tamarinde und Mango.**

Diese Fruchtbäume seien hier der Vollständigkeit und ihrer grofsen Verbreitung wegen mit aufgeführt.

2. 3. Tamarindus indica und occidentalis, sowie Mangifera indica. Spielarten nicht bekannt.

4. Ursprüngliche Heimat: vermutlich Indien. Kulturländer: viele heifse Tropenländer.

5. Vegetationsdauer: langlebige Gewächse!

6. Temperaturbedürfnis. Die mittlere Jahrestemperatur darf nicht unter 19° Cels. sinken. Extrem nach unten nicht sicher bekannt, zu heifs kann es den Bäumen nicht werden.
7. 8. 9. Belichtungs- und Feuchtigkeitsbedürfnis, sowie besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens sind nicht genau bekannt, vermutlich nicht aufsergewöhnliche.

   Ebensowenig bekannt ist:
10. u. 11. Chemische Analyse wie Nährstoffbedürfnis, letzteres vermutlich nicht zu berücksichtigen!
12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen. Zusammenhängende Kulturen dieser Bäume kennt man nicht, doch erfreuen sich dieselben grofser Verbreitung in Gärten oder an Wegen als Schattenbäume.
13. Tierische und pflanzliche Feinde sind nicht besonders bekannt.
14. Besondere Bemerkungen. Vielleicht erlangen diese Früchte in späterer Zeit einmal höheren Kulturwert.

   (Die Mangopflaumen bieten z. B. das Material für einen taninreichen, angeblich feinschmeckenden Liqueur, welcher bereits in Gabun, wie mir dort mitgeteilt wurde, von den katholischen Priestern hergestellt wird.)

d. Stärkemehl- (Wurzel- oder Knollen-) Früchte.

XIII. 1. **Manioka und Aipi** (auch Mandioka und Aypi).

2. Manihot utilissima Pohl (oder Jatropha Manihot L.) und Manihot Aipi Pohl, erstere ist bitter und mufs entgiftet werden, was leicht durch Waschen oder Rösten zu erreichen ist, die letztere ist süfs ohne Gift (Manihot japonica ist weniger bekannt).
3. Zahl der Spielarten. Von Manioka zählt man in Amerika ungefähr 30, von Aipi ist die Zahl unbekannt; die bittere Manioka ist die gemeiniglich kultivierte.
4. Ursprüngliche Heimat: Amerika.
   Kulturländer: vornehmlich die Tropen und Subtropen Amerikas, aber auch Westafrika und Südasien.
5. Vegetationsdauer je nach Spielart und Klima 7—12 Monate, dann wenigstens ist die richtige Zeit

der Ernte. Letztere kann auch monatelang später ausgeführt werden, jedoch zum Nachteil des Stärkemehlgehaltes.

6. Temperaturbedürfnis während der Vegetation. Die mittlere Jahrestemperatur darf bei Man. utilissima nicht unter 16° Cels. betragen, dabei darf die niedrigste erträgliche Temperatur nicht lange unter 5° Cels. sinken und die Wärme nicht anhaltend über 26° im Verlauf des Monats sein. Schroffe Temperaturwechsel sind der Kultur besonders nachteilig. Aipi erfordert weniger hohe Temperatur und ist klimahärter.
7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Manioka ist eine Lichtpflanze III.—II. Grades. Schatten verträgt sie nicht.
8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis. Die Kulturen bedürfen in den ersten 2—3 Monaten nach dem Legen der Stecklinge viel Feuchtigkeit im Boden, nicht unter 160 mm Regen pro Monat, später bedürfen sie vornehmlich Feuchtigkeit der Atmosphäre; sie gedeihen daher am besten in Küstenklima mit längeren Trockenperioden.
9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Die Kulturen beanspruchen durchaus durchlässigen Boden, am meisten sagt ihnen Verwitterungsprodukt von Gneis und Granit zu. Nässe vertragen sie durchaus nicht.
10. Chemische Analyse einer geschälten Wurzel (1856):

Wasser	67,7	%
Rohfaser	1,5	- (?)
Fettsubstanz	0,4	-
Stickstofffreie Extraktstoffe	28,3	-
Proteinstoffe	1,2	-
Asche	0,65	-
	99,75	

11. Das Nährstoffbedürfnis der Manioka und des Aipi ist grofs. Die Kulturen saugen den Boden sehr aus; sie scheinen vornehmlich Kali, dann Phosphorsäure — Kalk anscheinend gar nicht — zu bedürfen. Gegen mäfsige Stickstoffgaben (Stalldünger oder Kompost) sind sie dankbar oder beanspruchen dieselben sogar.

12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen. Dieselben sind gering, da das Legen, ähnlich dem des Zuckerrohres, wenig Arbeit und Kosten verursacht und die Reinhaltung der Kulturen sich nur auf die ersten 2 Monate beschränkt. Tiefkultur fördert die Erträge aufserordentlich.
13. Tierische und pflanzliche Feinde sind für Manioka des Giftes wegen nicht vorhanden, daher die Kulturen nach dieser Seite hin vollständig gesichert. Die Feinde des Aipi sind ebenfalls ohne Bedeutung. Fäule der Knollen kann bei anhaltender Nässe Schaden bringen.
14. Besondere Bemerkungen. Die aus der Manioka gewonnene Farinha (ein faseriges Mehl) ist das Brot der Brasilianer. Das Stärkemehlfabrikat heifst Tapioka und ist ein Exportartikel.

XIV. 1. Pfeilwurz.

Unter Pfeilwurz wird eine grofse Reihe von Knollengewächsen gerechnet, vornehmlich:

2. 3. u. 4. Maranta arundinacea L. (Südamerika), M. allongia und nobilis (Westindien), M. ramossissima (Ostindien), Canna glauca, C. coccinea, C. flaccida, C. achiras (Australien), C. edulis (letztere Peru und Australien), ferner Curcuma angustifolia, C. leucorrhiza, C. rubescens, C. zerumbet, Alpinia galanga (letztere Ostindien), Tacca pinnatifida (Tahiti, China, Zanzibar), ein ausdauernder Strauch.

In dem Folgenden ist vornehmlich Maranta arundinacea berücksichtigt, welche Art Pfeilwurz die gröfste Bedeutung hat. Die Heimat derselben wie der meisten andern Arten ist Amerika.

5. Vegetationsdauer je nach Spielart und Klima mindestens 10—12 Monate, nach welcher Zeit gemeiniglich der Stärkemehlgehalt der Knollen wieder abnimmt.
6. Temperaturbedürfnis während der Vegetationszeit. Die mittlere Temperatur während der Vegetationszeit darf nicht unter 15° Cels. sinken. Die niedrigste erträgliche Temperatur liegt während der Vegetation bei 2° Cels.; ist das Wachstum beendet, so schadet leichter, flüchtiger Frost nicht. Die Temperatur nach oben ist unbegrenzt.

7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Pfeilwurz ist eine Lichtpflanze II.—III. Grades.
8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis. Die Kulturen beanspruchen 5—6 Monate mindestens 150 mm Regenfall pro Monat, wenn keine Bewässerung möglich. Der Feuchtigkeitsgehalt der Luft ist unwesentlich.
9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Pfeilwurz beansprucht lockern, tiefgründigen, Wasser durchlassenden Boden.
10. Chemische Analyse (eine einzelne).

Stärke	26	%
Rohfaser	6	-
Gummi, flüchtiges Öl und Asche	1	-
Pflanzeneiweifs	1,5	-
Wasser	65,5	-
	100,0	

11. Das Nährstoffbedürfnis der Pfeilwurz ist vermutlich vornehmlich Kali und Phosphorsäure, auch Stickstoffgaben werden angebracht sein.
12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen. Dieselben sind gering, da die Reinhaltung der Kulturen wenig Arbeit verursacht und die Ernte niemals drängt. Tiefkultur fördert die Erträge.
13. Tierische und pflanzliche Feinde. Dieselben sind ohne Bedeutung. Anhaltende Nässe bringt Fäule.
14. Besondere Bemerkungen. Das Stärkemehlfabrikat (besonders hergestellt) wird gleichfalls (vgl. XIII) Tapioka genannt. Pfeilwurz wird sowohl der Stärkemehlfabrikation wegen kultiviert als auch zum Zweck der Viehfütterung.

XV. 1. **Batate** (Batata oder süfse Kartoffel).

2. Batatas edulis Choisy (Convolvulus batatas L., auch Ipomoea batatas) und Batatas paniculata (Convolvulus paniculatus).
3. Die Zahl der Spielarten ist grofs (die Schale ist gelb, weifslich und rot). Die vornehmlichsten sind: Porto Viego, Boca Sagasto, Niña, Providence, westindische Yam, Yam von Haiti, Pumpkin Yam, California Yam, Southern Queen, Nansemond.

4. Ursprüngliche Heimat: das tropische Amerika oder Ostindien.

   Kulturländer: fast alle Länder der subtropischen Zone und trockene Tropenländer; der Anbau reicht bis zum 40.° N. Br.

5. Die Vegetationsdauer ist derjenigen der Kartoffel gleich, 2½—6½ Monate. Die Spielart ist dabei fast von gröſserem Einfluſs als das Klima.

6. Temperaturbedürfnis während der Vegetation. Die mittlere Temperatur während der Vegetation darf nicht unter 20° Cels. betragen. Die niedrigste erträgliche Temperatur kann gegen die Zeit der Ernte auf 0° sinken (Reif oder flüchtiger Frost schaden nur den Ranken). Die höchste Temperatur: zu heiſs — wenn die Hitze trocken — kann es den Bataten nicht werden (?).

7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Die Batate ist eine Lichtpflanze III. Grades. Schatten beeinträchtigt die Knollenbildung und den Stärkegehalt.

8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis. In dem 1.—2. Monate der Vegetation beansprucht die Batate häufigen Niederschlag für die Ausbreitung der Ranken, nicht unter 150 mm pro Monat, später kann sie ihn, wenn der Boden tiefgründig, entbehren.

9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Die Batata beansprucht einen feinkrümlichen, auch sandigen Boden, der vor allem durchlässig ist und nicht auf Fels oder Thon in geringer Tiefe steht.

10. Chemische Analyse:

a. einer Batate aus einem Südstaate der amerik. Union		b. japanischer Bataten		der Asche (Mittel aus 3 Analysen nach König)	
Wasser	74,0 %	Wasser	64,3—75,2 %	CaO	9,9 %
Rohfaser	2,8 -	Rohfaser	0,9—4,4 -	MgO	3,4 -
Stärke	10,0 - (9—15 %)	Rohfett	0,3—1,1 -	P_2O_5	10,6 -
Zucker	8,0 -	Stickstofffreie Extraktstoffe	20,3—31,6 -	K_2O	50,3 -
Pectore und Gummi	2,2 -	Proteinstoffe	0,8—1,9 -	Na_2O	6,5 -
Proteinstoffe	1,5 -	Asche	0,6—2,0 -	Fe_2O_3	0,9 -
Asche	1,5 -			Cl	12,7 -
	100,0			SO_3	5,6 -
				SiO_2	3,5 -
					103,4 (!)

Asche von Batatas edulis aus Surinam:

Reinasche = 3,1 %, enthaltend:

CaO	—	2,4 %
MgO	—	5,1 -
P_2O_5	—	12,4 -
K_2O	—	59,7 -
Na_2O	—	1,9 -
Fe_2O_3	—	0,5 -
Cl	—	10,7 -
SO_3	—	4,8 -
SiO_2	—	7,1 -
		104,6 % (!)

11. Das Nährstoffbedürfnis der Batate ist ähnlich dem der Kartoffel. Sie beansprucht Kali und Stickstoff (letzteren am besten in Form von Stalldünger oder Kompost).
12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen. Dieselben sind gering, zumal in frostfreien Gebieten, wo die Ernte nicht drängt.
13. Tierische und pflanzliche Feinde. Dieselben sind — abgesehen von Fäule — nicht bekannt.
14. Besondere Bemerkungen. Die Bataten gewähren auch ein vortreffliches Vieh- und Mastfutter.

XVI. 1. **Yams** und **Taro** (Tarro), viele Arten und Spielarten repräsentierend, über deren botanische Gruppierung und Benennung noch nicht allgemeine Klarheit herrscht. (Yams = brasil. Inhame.)

2. u. 3. Dioscorea sativa, D. bulbifera, D. aculeata, D. globosa, D. rubella, D. alata, D. batatas sind sämtlich Yams-Arten, Colocasia esculenta (Arum esculentum L.) und Alocasia macrorrhiza sind Taro-Arten.

4. Ursprüngliche Heimat: zumeist Ost- oder Westindien.
   Kulturländer: mit Ausnahme von Dioscorea batatas, die klimahärter, sind alle Arten hauptsächlich in den Tropenländern vertreten.
5. Vegetationsdauer bis zu 12 Monaten.
6. Temperaturbedürfnis nicht sicher bekannt, vermutlich darf die mittlere Jahrestemperatur nicht unter 18—19° sinken.
7. Belichtung- und Beschattungsbedürfnis. Diese Gewächse sind vermutlich Lichtpflanzen IV. Grades.

8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis. Die Kulturen beanspruchen ein feuchtes Klima und häufige Niederschläge; langanhaltende Trockenperioden sagen ihnen nicht zu. Ziffermäfsige Belege sind nicht vorhanden.
9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Durchlässiger, lockerer und ein wenig humoser Boden sagt diesen Gewächsen am meisten zu, doch mufs er genügende Feuchtigkeit besitzen.
10. Chemische Analyse einzelner Gewächse:

	Yamwurzel der Südseeinseln	Dioscorea sativa	Dioscorea japonica bulbifera		Dioscorea alata	Colocasia antiquorum	Colocasia species
Wasser	78,6 %	67,6 %	81,1 %		79,6 %	82,5 %	68,8 %
Rohfaser	0,9 -	6,5 -	0,7 -	}	17,9 -	0,6 -	1,2 -
Fettsubstanz	0,5 -	? -	1,7 -	}		0,2 -	0,3 -
Stärke	16,3 -	22,7 -	15,3 -	(?) }		14,0 -	25,6 -
Proteinstoffe	2,2 -	?	1,0 -		1,9 -	1,8 -	2,8 -
Zucker u. Pectin	? -	3,2 -					
Asche	1,5 -	? -	0,2 -		1,1 -	0,9 -	1,3 -
	100,0	100,0	100,0		100,5	100,0	100,0

Zusammensetzung der Asche der Gewächse ist mir nicht bekannt geworden.

11. Das Nährstoffbedürfnis dieser Gewächse ist vermutlich ein sehr geringes, im speciellen mit Sicherheit nicht anzugeben.
12. Die betriebswirtschaftlichen Anforderungen sind gering.
13. Tierische und pflanzliche Feinde sind vermutlich nicht vorhanden, zum wenigsten in der Litteratur nicht bekannt.
14. Besondere Bemerkungen. Diese Pflanzengruppe hat vornehmlich als Viehfutter Bedeutung; um Europäern als menschliche Nahrung zu dienen, bedarf sie der Selektion.

XVII. Aufser den genannten, welche vornehmlich stärkemehlhaltige Früchte liefern, ist die Zahl der

Knollen- und Wurzelstöcke

noch eine sehr grofse, aber die Bedeutung dieser ist meist rein lokal. Früher oder später mag die eine oder andere Art wohl noch einmal allgemeines Interesse

beanspruchen. Japan kultiviert vornehmlich eine grofse Zahl von Knollengewächsen (Colocasia-, Leucocasia-, Conophallus-, Nelumbo-Arten u. s. w.), und ich verweise auf die neuerdings anwachsende landwirtschaftliche Litteratur dieses Landes (Rein, Kellner, Liebscher, Fesca und Shinkizi Nagai). Ich will es nicht unterlassen, wenigstens noch 2 Gewächse zu nennen, welche die Aussicht haben, dereinst weitere Verbreitung zu finden:

α. **Mangariten** (Caladium sagittaefolium, Xanthosoma [Sagittaria?] sagittifolia), eine in Südamerika bei Europäern sehr beliebte Frucht, ferner Lotos (Nelumbo nucifer). Die Analyse dieser Früchte ist folgend:

	Sagittaria sagittifolia (Pfeilkraut)	Nelumbo nucifera
Wasser	69,9 %	85,8 %
Rohfaser	1,2 -	1,0 -
Fettsubstanz	0,6 -	0,2 -
Stärke u. s. w.	22,9 -	11,2 -
Proteinsubstanz	4,0 -	1,1 -
Asche	1,4 -	0,7 -
	100,0	100,0

β. **Chayote** (Chayotis oder Sechium edulis), eine Futterpflanze, vornehmlich der Schweinemast in Jamaika dienend. Ihre chemische Zusammensetzung ist:

Wasser	71,00 %
Rohfaser	5,60 -
Stärke	20,00 -
Harz, löslich im Wasser	0,20 -
Zucker	0,32 -
Eiweifsstoffe	0,43 -
Extraktstoffe, Kali, Chlornatron, Gips und Kieselsäure	2,25 -
Differenz	0,20 -
	100,00

e. Reizfrüchte (mit und ohne Nähreffekt).

XVIII. 1. **Kaffee.**

2. Coffea arabica und Coffea liberica.

3. Zahl der Spielarten nicht genau bekannt.
4. Urspüngliche Heimat: Afrika (namentlich Abessinien).
   Kulturländer: vornehmlich Brasilien, Java und Sumatra, Celebes, Ceylon, Centralamerika (Guatemala und Costa Rica), Guyana, Hayti und St. Domingo, Cuba und Portorico, Arabien, Abessinien, Liberia und Angola.
5. Vegetationsdauer: Der Kaffeestrauch bezw. Kaffeebaum beginnt im 3. Jahre bereits Früchte zu tragen, aber erst mit dem 4. Erträge zu liefern. Die Kaffeepflanze bleibt bei guter Pflege u. s. w. ca. 30—40 Jahre ertragsfähig, vom 10. bis 30. Jahre steht sie in der Vollkraft der Produktion. Einzelne Individuen sollen ein Alter bis zu 100 Jahren erreichen, ganze Kulturen kaum ein solches von 50 Jahren.
6. Temperaturbedürfnis. Coffea beansprucht eine mittlere Jahrestemperatur von mindestens 18° Cels., die niedrigste erträgliche Temperatur für jederzeit sichere Kultur darf nicht unter 5° Cels. sinken. Höchste Temperatur: Temperatur über 32° Cels. ist, wenn sie längere Zeit anhält, nicht förderlich. Eine konstante Temperatur zwischen 15° und 30° Cels. sagt dem Kaffee am meisten zu. Ein unperiodisches Küstenklima hat den Nachteil, dafs das Gewächs während des ganzen Jahres Früchte zur Reife bringt, was betriebswirtschaftlich nicht immer zusagt.
7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Coffea arabica ist eine Lichtpflanze II. Grades; Coffea liberica ist eine Lichtpflanze III. Grades, fast III. bis IV. Grades. Erstere duldet keinen Schatten, letztere kann vereinzelt Schattenbäume in den Kulturen vertragen. Dieselben empfehlen sich auch in jungen Pflanzungen.
8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis. Coffea arabica liebt trockneres Klima, Kontinentalklima, Coffea liberica Tieflandsklima, mit frischer, nicht gerade feuchtheifser Luft; ersterer beansprucht mit Ausnahme der (ca. 2—3) Erntemonate mindestens 110 mm Regenfall pro Monat, letzterer mindestens 150 mm.

Künstliche Bewässerung ist zwar förderlich, kann jedoch den Regenfall nicht voll ersetzen. — Niederschlagsmengen von über 4000 mm pro Jahr sagen der Kaffeekultur nicht mehr zu.

9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Die Kulturen verlangen einen tiefgründigen durchlässigen Boden, einerlei primärer oder sekundärer Lagerung. Boden, welcher die Nässe lange festhält — Moorboden, steifer Thonboden —, ist von der Kultur absolut auszuschliefsen, ebenso trockener Sandboden. Primärer nährstoffreicher Verwitterungsboden scheint den Kulturen am meisten zuzusagen, namentlich in sanft hängender Lage, welche starken Niederschlägen Abflufs gewährt.

10. Chemische Analyse:

	der rohen Kaffeebohne	ungefähres Mittel		(nach König)
Wasser	8,3—12,0 %	10,0 %	—	(11,23 %)
Rohfaser	34,0—42,3 -	38,5 -	—	(18,17 -)
Fett und Öle	10,0—13,0 -	11,5 -	—	(12,27 -)
Stickstofffreie Extraktstoffe	20,5—22,5 -	21,5 -	—	(42,34 -)
Eiweifsstoffe	10,7—13,0 -	12,0 -	—	(12,07 -)
Coffein	0,8— 2,5 -	1,0 -	—	(1,21 -)
Asche	4,0— 7,0 -	5,5 -	—	(3,92 -)
		100,0		(101,21)

Asche der Kaffeebohne:

		Ungefähres Mittel:
CaO	— 4,1— 6,2 %	— 5,0 %
MgO	— 8,2— 9,7 -	— 8,5 -
P_2O_5	— 10,1—13,3 -	— 11,0 -
K_2O	— 51,5—62,5 -	— 53,0 -
Na_2O	— — 1,64 -	— 0,8 -
Fe_2O_3	— 0,4— 1,0 -	— 0,7 -
Cl	— 0,3— 1,1 -	— 0,7 -
SO_3	— 3,1— 5,3 -	— 4,0 -
CO_2	— 15,0—18,1 -	— 16,0 -
SiO_2	— — 0,5 -	— 0,3 -
		100,0

11. Das Nährstoffbedürfnis der Kaffeekulturen ist vornehmlich Phosphorsäure, dann Kali, indessen wenn der Kalkgehalt des Bodens sehr gering, mufs

auch Kalk der Ausbildung der Pflanze zugeführt werden. Stickstoffdüngung ist je nach der Menge der meteorischen Niederschläge in nicht zu schnell wirkenden Düngemitteln erforderlich.

12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen. Kaffeeplantagen erfordern viel Arbeit, absolutes Reinhalten der Kulturen, sorgfältige Pflege der Pflanzen und viele Sorgfalt in der Behandlung der Ernte.
13. Tierische und pflanzliche Feinde. Die Laubkrankheit, vornehmlich durch Hemileia vastatrix verursacht, kann ganze Pflanzungen zerstören.
14. Besondere Bemerkungen. Kaffeekulturen erfordern vor Sturm geschützte Lage. Ihre Anlage bedingt ein relativ hohes Anlagekapital, welches erst nach ca. 4 Jahren Zinsen zu tragen beginnt.

XIX. 1. **Cacao.**

2. Theobroma cacao L. Die Gattung Theobroma hat 10 Arten, welche alle geniefsbare Früchte liefern. Theobroma cacao ist jedoch allein in Kultur genommen.
3. Die Zahl der Spielarten ist nicht grofs, am besten ist die Caracas- oder Criollobohne Venezuelas, weniger gut, doch ertragreicher die Trinitariobohne von Trinidad.
4. Ursprüngliche Heimat: tropisches Amerika. Kulturländer: vornehmlich Ecuador, Trinidad, Venezuela, Brasilien, Mexiko, Guyana, Guadeloupe, Martinique, St. Vincent, Celebes.
5. Vegetationsdauer. Der Cacaobaum beginnt mit dem ca. 5. Jahre zu tragen, erreicht mit dem 12. Jahre den Höhepunkt des Ertrages und bleibt je nach Kultur bis zum 20. Jahre und darüber tragfähig.
6. Temperaturbedürfnis. Während des Jahres mufs eine mittlere Temperatur von mindestens 24° Cels. herrschen. Die niedrigste erträgliche Temperatur darf nicht unter 10° Cels. sinken. Bei genügender atmosphärischer Feuchtigkeit kann es dem Cacaobaum nicht zu heifs werden.
7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Der Cacaobaum ist eine Lichtpflanze V. Grades (seine Heimat ist der Rand oder Schutz des Waldes). Er verträgt nicht nur Beschattung, sondern verlangt sie sogar, namentlich in den ersten Jahren.

8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis. Das Bedürfnis des Cacaobaumes nach atmosphärischer wie Bodenfeuchtigkeit ist aufserordentlich grofs. Er beansprucht mindestens 2000 mm Regenfall auf 10 Monate verteilt, wo diese Niederschlagsmenge nicht sicher vorhanden, ist künstliche Bewässerung durchaus erforderlich, neben welcher ein hoher Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre jedoch nicht fehlen darf.

9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Der Boden der Cacaokultur mufs Feuchtigkeit halten, mufs bindig sein, mindestens 1 m tief stehen, jedoch frei sein von stagnierender Nässe.

10. Chemische Analyse

	der ungeschälten Cacaobohne	ungefähres Mittel	der Asche ungeschälter Cacaobohnen	
Wasser	7,8— 8,3 %	7,9 %	CaO	— 7,7 %
Holzfaser	4,3— 6,2 -	4,8 -	MgO	— 7,9 -
Theobromin	1,3— 1,7 -	1,5 -	P_2O_5	— 24,3 -
Fettsubstanz	44,6—46,6 -	45,6 -	K_2O	— 29,8 -
Stickstofffreie Extraktstoffe	19,4—26,5 -	22,9 -	Na_2O	— 2,4 -
Stickstoffhaltige Substanz exkl. Theobromin	12,0—13,8 -	12,7 -	Fe_2O_3	— 1,6 -
(Gesamtstickstoff	2,2— 2,5 -	2,3 -)	Al_2O_3	— 2,4 -
Asche	3,2— 4,9 -	4,0 -	Cl	— 3,7 -
		99,4 %	SO_3	— 1,9 -
		Sand 0,6 -	CO_2	— 1,0 -
			SiO_2	— 5,0 -
			Sand	— 12,2 -
			Verunreinigung	— 0,1 -
				100,0

11. Das Nährstoffbedürfnis des Cacaobaumes ist ein sehr vielseitiges und hohes. Er beansprucht aufser einem allseitig nährstoffreichen Boden (vulkanische Erden!) vornehmlich Kalk, Phosphorsäure, Kali, auch sagt ihm ein hoher Eisengehalt des Bodens zu. Stickstoffdüngungen scheinen durch Regen event. Bewässerung genügend geboten zu werden, jedenfalls erscheint mir abgesehen hiervon das Stickstoffbedürfnis nicht sehr hoch zu sein, zumal wenn die Abfälle der Früchte in Form von Kompost dem Boden zurückerstattet werden.

12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen. Cacao-Plantagen erfordern viel Arbeit sowohl in Bezug auf das Reinhalten der Kulturen und die Pflege der Bäume, als auch vornehmlich in der Behandlung der Ernte, welche während des ganzen Jahres vor sich geht oder auf 2 Termine beschränkt ist.
13. Tierische und pflanzliche Feinde. Unter diesen sind besonders die Termiten hervorzuheben, welche durch Bewässerung am besten abzuwehren sind.
14. Besondere Bemerkungen. Die Cacaokultur beansprucht vor Stürmen geschützte Lage. Hohes Betriebskapital, dessen Verzinsung erst im 6.—7. Jahre beginnt, ist Bedingung. Der Urwaldboden pflegt der Cacaokultur die sicherste Unterlage zu bieten.

XX. 1. **Kolanufs**, auch Gura- oder Ombemenufs genannt. Frucht des Stinkbaums.
2. Sterculia cola oder acuminata, auch Cola acuminata R. Br.
3. Die Zahl der Spielarten beträgt 2, mit schmalen und breiten Blättern.
4. Ursprüngliche Heimat: Oberguinea und Centralafrika.

Besondere Kulturländer: Westküste Afrikas, auch Brasilien, doch wird die Kultur nicht plantagenmäfsig betrieben.

5. 6. 7. 8. und 9. Die unter diesen Nummern behandelten Verhältnisse sind noch zu unsicher und zu wenig beachtet, um hier aufgeführt werden zu können. Nur bezüglich der chemischen Analyse liegen einige zuverlässige Notizen vor, welche ich bekannt geben kann.
10. Chemische Analyse der Kolanüsse.

			Ungefähres Mittel
Wasser	11,6—13,7 %		12,6 %
Rohfaser	8,7—30,0 -		20,0 -
Thein und Theobromin	1.7— 2,6 -		2,0 -
Fettsubstanz	0,2— 1,5 -		1,3 -
Stickstofffreie Extraktstoffe	40,0—53,2 -	Stärke	42,0 -
Gummi und Zucker			10,7 -
Proteinstoffe	6,3—10,1 -		8,2 -
Asche	2,9— 3,3 -		3,2 -
Differenz	— — -		—
			100,0

Dafs 11., 12. und 13. hier gleichfalls unerörtert bleiben mufs, ergiebt sich aus dem unter 4. Mitgeteilten.

14. Besondere Bemerkungen. Ich habe vornehmlich aus dem Grunde den Stinkbaum hier mit aufgenommen, weil die Kolanufs ein alljährlich sich mehrender Exportartikel Afrikas geworden ist und die Eingeborenen dieser Frucht eine aufserordentlich vielseitige Nutzbarkeit nachrühmen. Eine Kultur dieses Baumes könnte daher für die deutschen Kolonieen in Frage kommen.

Ähnlich verhält es sich mit der folgenden Frucht.

XXI. 1. **Guarana.**

Frucht von

2. Paullinia sorbilis Mart. und Paullinia Cupana.
3. Zahl der Spielarten nicht bekannt.
4. Ursprüngliche Heimat: Südamerika.

Kulturländer: Brasilien, Venezuela und Guyana, doch wird die Kultur nicht plantagenmäfsig betrieben, sondern die Früchte werden von den zumeist ganz wild wachsenden Bäumen gesammelt.

5. 6. 7. 8. und 9. In allen diesen Vegetationsverhältnissen scheint der Baum dem Cacaobaum zu gleichen.
10. Die chemische Analyse der Frucht ist ungefähr folgend:

Wasser	4,0	%
Rohfaser	30,0	-
Thein	4,0—5,0	-
Fettsubstanz	3,5	-
Harzige Substanz	2,5	-
Taninsäure und Salz	40,0	-
Stärke und Gummi	16,0	-

Dieser Analyse dürfte indessen kein grofser Wert beizulegen sein.

11. 12. und 13. entziehen sich einer sicheren Beurteilung.
14. Besondere Bemerkungen. Guarana bildet einen Exportartikel nach Europa und ist eine offizinelle, zuweilen recht teure Ware.

XXII. 1. **Thee.**

2. Thea chinensis und Thea assamica.

Thea chinensis hat folgende Unter- oder Spielarten: Thea viridis, bohea und stricta.

Thea chinensis und Thea assamica verhalten sich vegetativ ungefähr zueinander wie Coffea arabica und Coffea liberica.

3. Die Zahl der Spielarten ist soeben genannt (3). Was sonst an verschiedenen zahlreichen Theesorten namhaft gemacht wird, ist auf die verschiedenen Zeiten und Methoden des Pflückens der Blätter, sowie ihrer Verarbeitung, Zubereitung und Mischung zurückzuführen. So liegt auch der Unterschied zwischen schwarzem und grünem Thee nur in der verschiedenartigen Behandlung der Blätter.

4. Ursprüngliche Heimat: China und Hinterindien.

   Kulturländer: China, Japan, Indien, Java, Ceylon. Die Kultur erstreckt sich sogar nach Supan bis zum 43.° N. Br., wo der Theestrauch vor Schnee und Kälte wie intensiver Bestrahlung geschützt wird.

5. Vegetationsdauer. Der Theestrauch beginnt im 3. Jahre Ernten zu liefern, 2—5 pro Jahr je nach Klima, bringt 7 Jahre volle Erträge, dann gehen dieselben quantitativ wie qualitativ zurück. Im Alter von 15 Jahren fängt der Strauch an wertlos zu werden.

6. Temperaturbedürfnis. Der Theestrauch beansprucht eine mittlere Jahrestemperatur von nicht unter 12° Cels., wenn er noch leidliche Qualitäten liefern soll (am günstigsten ist 18—20° Cels.). Die niedrigste erträgliche Temperatur ist 3—4° Cels., doch darf die Kälte nicht anhaltend sein. Die höchste zulässige Temperatur ist gegen 30° Cels., doch darf dieselbe nicht anhaltend und trocken sein.

7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Der Theestrauch ist eine Lichtpflanze III. Grades. Er verträgt Schatten namentlich in den ersten Jahren sehr wohl.

8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis. Der Theestrauch liebt weder trockene Luft noch feuchtheifse; Länder mit langen Trockenperioden sagen ihm nicht zu, selbst wenn Bewässerung eingeführt ist. Gut auf das Jahr verteilte Niederschlagsmengen von

mindestens 1600, besser 1800 mm und nicht über 2500—3000 mm pro Jahr sagen ihm am meisten zu.

9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Der Boden für Theekulturen darf weder torfig sein noch aus steifem Thon noch aus leichtem Sand noch aus saurem Humus bestehen.

10. Chemische Analyse der Theeblätter.

		Ungefähres Mittel	Aschengehalt, Mittel aus 12 Analysen
Wasser	3,9—16,2 %	9,5 % (?)	CaO — 14,8 %
Holzfaser	9,9—15,7 -	11,6 -	MgO — 5,0 -
Stickstoffhaltige Substanz	15,9—36,6 -	24,5 -	P_2O_5 — 15,0 -
Thein	1,0— 4,7 -	3,6 -	K_2O — 34,3 -
Ätherisches Öl	0,5— 0,9 -	0,7 -	Na_2O — 10,2 -
Fett und Harz	1,3—15,5 -	6,4 -	Fe_2O_3 — 5,5 -
Gummi, Dextrin u. s. w.	0,5—10,0 -	6,4 -	Cl — 1,8 -
Gerbstoff	8,2—26,1 -	15,7 -	SO_3 — 7,0 -
Pectin	?	16,0 -	SiO_2 — 5,0 -
Asche	3,8— 8,4 -	5,6 -	98,6
		100,0	

Javathee enthielt in der Asche folgende Bestandteile:

	Blätter (2 Analysen)	Holz
CaO	— 29,0 %	27,1 %
MgO	— 1,3 -	0,9 -
P_2O_5	— 16,0 -	19,6 -
K_2O	— 37,8 -	24,8 -
Na_2O	— 0,4 -	0,9 -
Fe_2O_3	— 1,8 -	1,7 -
Al_2O_3	— 1,1 -	4,9 -
Cl	— 1,8 -	0,4 -
SO_3	— 8,7 -	8,3 -
SiO_2	— 1,8 -	11,2 -
	99,7	99,8

11. Das Nährstoffbedürfnis des Theestrauches ist in den ersten Jahren der Ernte auf nicht stoffeinseitigem Boden gering, später sind Düngungen mit Kali, Phosphorsäure und Kalk, am besten im Form von Holzasche, unentbehrlich. Ob Stickstoffbedürfnis zu befriedigen ist, hängt von der Beschaffenheit

des Bodens ab. Zu vermeiden sind starkriechende Düngemittel, weil der Geruch sich auf den Geschmack der Blätter übertragen soll.

12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen. Dieselben sind grofs, weil der Kultur wie der Zubereitung viel Sorgfalt zuzuwenden ist, wenn eine gute Qualität erzeugt werden soll.
13. Tierische und pflanzliche Feinde. Der Theestrauch leidet zuweilen an einer sehr schädlichen Blattkrankheit, deren Name mir nicht bekannt geworden.
14. Besondere Bemerkungen. An der falschen oder sorglosen Behandlung der Blätter scheitert häufig die Einführung des Theestrauches.

XXIII. 1. **Mate**, Herva oder Yerba Maté, auch Paraguaythee.

Die Blätter von

2. verschiedenen Ilex-Arten, besonders von Ilex paraguayensis, dann von Ilex curitibensis, Ilex gigantea, Ilex ovalifolia, Ilex nigropunctata, Ilex Humboldtiana.
3. Zahl der Spielarten nicht bekannt.
4. Ursprüngliche Heimat: Paraguay, Südbrasilien und Argentinien, wo die genannten Ilex-Arten wild im Walde oder für sich Wälder, sog. Yerbales, bildend wachsen. In Kultur ist der Baum zur Zeit nicht genommen, doch bietet er 10 Millionen Menschen ein tägliches Genufsmittel.
5. Vegetationsdauer. Der Baum erreicht ein hohes Alter und kann jedes 2.—3. Jahr seiner Blätter beraubt werden.
6. Temperaturbedürfnis. Diese Ilex-Arten scheinen eine mittlere Jahrestemperatur von mindestens 14° Cels. zu beanspruchen; die Temperatur darf dabei nicht unter — 5° Cels. längere Zeit sinken und nicht über 35° Cels. andauernd ansteigen.
7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Der Baum ist ein Waldbaum inmitten der Wälder, scheint jedoch am Rande derselben die besten Erträge zu geben, wird auch frei im Kulturlande angetroffen, wenn ihn der Kolonist beim Waldschlag geschont hat.

8. Das Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis ist nicht hoch. Der Baum beansprucht Kontinentalklima mit Trockenperioden. Eine jährliche Regenmenge von 1000 mm scheint ihm zu genügen.
9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Tiefgründige humose Verwitterungsböden, auch kampartige aber nicht trockene Böden scheinen dem Baum am meisten zuzusagen. Sandböden scheint er nicht zu lieben.
10. Die chemische Analyse der Blätter ist nur unvollkommen bekannt. Folgende Zusammenstellung betrifft die getrockneten Blätter:

		ungefähres Mittel
Wasser	6,3 %	6,5 %
Proteinstoffe	4,0 -	4,0 -
Thein	0,5—1,8 %	1,0 -
Harz und Fett	2,0—4,5 -	3,0 -
Gerbstoff und Zucker	4,1—5,5 -	5,0 -
Asche	3,9—5,7 -	4,8 -

In heifsem Wasser sind auflöslich ca. 25 % organischer Stoffe, es verbleiben unauflöslich ca. 62 %.

Über Aschengehalt der Blätter ist mir keine Analyse zugänglich geworden. Da dieser Thee neben den Blättern bald gröfsere bald geringere Mengen von Zweigspitzen enthält, so fallen die Analysen sehr verschieden aus.

11. Das Nährstoffbedürfnis der Ilex-Arten ist noch unbekannt, findet bis jetzt auch noch keine Berücksichtigung.
12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen. Die für eine etwaige Kultur in Frage kommenden decken sich mit denjenigen jeder Baumpflanzung.
13. Tierische und pflanzliche Feinde sind nicht bekannt.
14. Besondere Bemerkungen. Die Kulturen können nur für die Subtropen wertvoll werden (eventuell für Südwestafrika). Die sanitäre Wirkung des Thees ist eine ausgezeichnete. Der Geschmack desselben stöfst auf vielen Widerspruch.

XXIV. Verschiedene Theearten.

Es giebt noch eine Anzahl lokal verbreiteter Theearten, meistens jedoch alkaloid-, wenigstens thein-

oder theobromin-frei. Semler führt z. B. noch auf den Fahamthee, den Khatthee, den Buschthee, den Y—dizithee, den Pimentothee, den Ugnithee. Ob einige dieser Sorten dereinst gröfsere kulturelle Bedeutung erlangen werden, ist schwer vorauszusagen. Ich will mich hier mit dem Hinweis auf die genannten Arten bescheiden und sehe von einer näheren Beschreibung derselben ab, da ihre heutige Bedeutung nicht ins Gewicht fällt.

XXV. 1. **Coca** oder Cuca.
Blätter von

2. Erythroxylon Coca Lam.
3. Die Zahl der Spielarten beträgt 2, sie heifsen in der Sprache der Eingeborenen Ypara und Hatun Yunca.
4. Ursprüngliche Heimat: Westküste Südamerikas.
Kulturländer: Bolivia und Peru; in Ecuador erntet man von den wildwachsenden Sträuchern.
5. Vegetationsdauer. Der Strauch beginnt bereits nach 1½ Jahren die erste Ernte zu liefern, gewährt dann im Jahre 3 und bleibt ca. 40 Jahre produktionsfähig.
6. Temperaturbedürfnis. Der Strauch liebt Gebirgsklima und wird in den Anden der Tropenzone in einer Höhe von 1000 bis fast 2000 m kultiviert. Frost verträgt er nicht, ebensowenig heifse Temperatur.
7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Der Strauch ist von Natur ein Waldstrauch, der vornehmlich lichte Stellen des Waldes liebt. Er ist daher wohl als eine Lichtpflanze V. Grades anzusprechen.
8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis. Coca liebt nicht ausgesprochene Trockenzeiten, soll sich jedoch mit einem allmonatlich eintreffenden durchdringenden Regen begnügen.
9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens sind aufser derjenigen der Durchlässigkeit nicht vorhanden.
10. Chemische Analyse.
Der Cocaingehalt der getrockneten Blätter beträgt bis zu 0,4 %, geht jedoch bei schlechter Zubereitung und Verpackung derselben nahezu vollständig ver-

loren. Im Mittel kann man einen Gehalt von 0,25 % rechnen. Eine vollständige Analyse ist mir nicht bekannt.

11. Das Nährstoffbedürfnis ist nicht bekannt.
12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen. Dieselben werden vermutlich denen des Theestrauches gleichkommen.
13. Tierische und pflanzliche Feinde sind mir nicht bekannt geworden.
14. Besondere Bemerkungen. Die Produkte dieses Strauches können vielleicht oder werden wahrscheinlich dereinst eine große Bedeutung erhalten. Vorläufig erstreckt sich dieselbe auf den Genuß seitens 8 000 000 Konsumenten in Südamerika und auf den Gebrauch des Cocains in der Heilkunde. Die Gebirge der deutschen Besitzungen in Afrika, speciell das Kamerungebirge an der Landseite, bieten vielleicht günstige Kulturbedingungen.

XXVI. 1. **Tabak.**

Folgende vier Arten sind agrikulturell die wichtigsten und unterschiedlichsten.

2. Nicotiana tabacum (amerikanisch), N. rustica (syrisch), N. persica, N. chinensis.

Die Gattung Nicotiana zählt ungefähr 40 bekannte Arten. Folgende (sämtlich einjährig) sind noch beachtenswert:

N. latissima, N. peniculata, N. repanda, N. quadrivalvis, N. multivalvis, N. trigonophylla, N. attenuata, N. Clevelandi, N. Bigolovii.

3. Die Zahl der Spielarten ist sehr groß, vornehmlich seien genannt: Havana, Seedleaf, General Grant, White Burley, Maryland. Yellow Oronoko, Orinoco, Manila, Latakia, Schiras.
4. Ursprüngliche Heimat: Amerika und Asien (N. rustica, persica und chinensis vermutlich in Asien heimisch). Auch in Afrika giebt es wildwachsende Arten.

Kulturländer: Amerika, Süd- und Mittelasien, Europa und von Afrika Ägypten und Ostafrika. Australien produziert gleichfalls Tabak, aber in geringer Menge und nicht guter Qualität. Der Tabak hat sich am weitesten aus der Heimat über die Erde verbreitet. Der Grund dafür liegt vornehmlich in der relativ kurzen Vegetationsdauer dieser Pflanze, in welcher nur Blätter zu produzieren sind.

5. Vegetationsdauer. Dieselbe schwankt nach Klima und Spielart zwischen 2—3 Monaten nach dem Auspflanzen der Pflänzlinge; im Mittel beträgt sie ca. 2½ Monat.
6. Temperaturbedürfnis während der Vegetationszeit. Die Tabakpflanze beansprucht eine mittlere Temperatur von nicht unter 17° Cels. (Dabei ist aber zu berücksichtigen, dafs die Zeit, während welcher die Pflanze im Samenbeete steht und vor Temperaturextremen geschützt wird, nicht gerechnet ist.) Am meisten sagt der Tabakkultur eine Vegetationstemperatur von im Mittel 23° zu. Während die Tabakpflanze im freien Felde vegetiert, darf die Temperatur nie auf 3° Cels. sinken und nie für längere Zeit auf 35° Cels. oder darüber steigen.
7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Die Tabakpflanze ist eine Lichtpflanze II. Grades. Schatten verträgt sie, doch gereicht derselbe der Qualität sehr zum Nachteil.
8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis. Die Tabakpflanze liebt nicht die mit Feuchtigkeit überladene Atmosphäre, auch nicht zu feuchten Boden. Mäfsiger Feuchtigkeitsgehalt der Luft und mäfsige Niederschläge, abwechselnd mit trockenen Perioden von 10—20 Tagen, sagen ihr besonders zu. An Niederschlag beansprucht sie in der gemäfsigten Zone pro Monat mindestens 60—75 mm, in der tropischen mindestens 100 mm. Über 200 mm Regenfall pro Monat sagen ihr nicht besonders zu.
9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Sogenannter milder Lehmboden sagt der Tabakkultur am meisten zu; er darf jedoch nicht kalkarm sein.
10. Chemische Analyse

der Blätter (bei 100° Cels. getrocknet)

		ungefähres Mittel
Gesamtstickstoff	2,3— 8,1 %	4,01 %
Nikotin	0— 3,7 -	1,32 -
Ammoniak	0,1— 1,8 -	0,57 -
Salpetersäure	0,1— 1,0 -	0,49 -
Salpeter	Spuren — 3,4 -	1,08 -
Fett	1,8— 9,8 -	4,32 -
Asche	19,0—27,9	22,81 -

Die Asche ist in ihrer Zusammensetzung aufserordentlichen Schwankungen unterworfen:

Blätter, Schwankungen				Blätter (63 Analysen) im Mittel	Stengel (3 Analysen) im Mittel
18,1 %	bis	50,8 %	CaO	36,0 %	19,1 %
0.7 -	-	14.7 -	MgO	7.4 -	0,8 -
1,2 -	-	10,4 -	P_2O_5	4.7 -	14,2 -
14.4 -	-	52,7 -	K_2O	29,1 -	43,6 -
0 -	-	11,1 -	Na_2O	3,2 -	10,3 -
0,9 -	-	13,1 -	Fe_2O_3	2.0 -	1,9 -
0,4 -	-	17,5 -	Cl.	6.7 -	3,7 -
1.8 -	-	12,4 -	SO_3	6,1 -	3,5 -
0 -	-	32,4 -	SiO_2	5,8 -	2,4 -
				101,0	99,5

11. Das Nährstoffbedürfnis der Tabakpflanze besteht vornehmlich in Kali; Phosphorsäure und Kalk vermögen vielleicht die Qualität zu heben. Stickstoff ist erforderlich (schon um die kurze Vegetationszeit nach Möglichkeit auszunutzen).

12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen. Tabakkulturen erfordern aufserordentliche Sorgfalt sowohl in der Behandlung und Kultur der Pflanze, der Sortierung der Blätter, wie in der Verarbeitung und Fermentierung der Ernte, aufserdem viele und geschickte Arbeitskräfte.

13. Tierische und pflanzliche Feinde. Dieselben vermögen die Kulturen aufserordentlich zu schädigen. Raupen (wie vornehmlich Agrotis ypsilon, Sphynx Carolina), Insekten, Rost- und andere Pilze treten in grofser Mannigfaltigkeit auf, und sind die Kulturen vor Schädigungen sorgsamst zu schützen, da ein jeder dieser Feinde die Qualität des Blattes aufserordentlich herunterdrückt.

14. Besondere Bemerkungen. Auch vor Wind und Staub sind die Tabakkulturen zu schützen. Die Tabakkultur dürfte sich vielleicht zur Einführung in Ostafrika ganz besonders empfehlen; ich werde diese Ansicht, welche zuerst von Semler ausgesprochen, später näher zu belegen haben.

f. Gewürzfrüchte.

XXVII. 1. **Pfeffer.**

Die Frucht von Pflanzen 2 verschiedener Familien (Piperaceae und Solanaceae).

2. Piper nigrum, album und longum (mehrjährig), Capsicum annuum und cerasiforme (einjährig), Capsicum baccatum, frutescens, Nepalense (mehrjährig).

3. Die Zahl der Spielarten ist nicht bekannt.

Schwarzer und weifser Pfeffer wird von Piper gewonnen und zwar ist der weifse Pfeffer die reife getrocknete Frucht, der schwarze die unreife getrocknete Beere. Capsicum liefert (vollreif) den roten Pfeffer (Cayenne-Pfeffer, Paprica). Capsicum annuum = Guinea-Pfeffer, spanischer Pfeffer.

4. Ursprüngliche Heimat des Piper sind die Malayischen Inseln, des Capsicum Südamerika und Westafrika.

Kulturländer vornehmlich: indisch-malayische Inselgruppe, Ostindien, Westindien, Südamerika.

5. Vegetationsdauer. Der perennierende Piper vegetiert produktionsfähig, aus Stecklingen gezogen, 7 Jahre, aus Samen gezogen, 14 Jahre. Er liefert alljährlich 2 Ernten. Vegetationsdauer des mehrjährigen Capsicum ähnlich (?).

6. Temperaturbedürfnis. Piper beansprucht feuchte heifse Luft. Das Jahrestemperaturmittel darf nicht erheblich unter 25° Cels. stehen. Die niedrigste erträgliche Temperatur darf nicht unter 10° Cels. sinken. Nach oben scheint die Temperatur unbegrenzt, wenn die Atmosphäre feucht und Schatten vorhanden ist. Capsicum (mehrjährig) stellt niedrige Temperaturansprüche, doch darf die Temperatur nicht unter 0° fallen. Capsicum annuum gedeiht auch in den südlichen Gegenden der eigentlich gemäfsigten Zone.

7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Piper liebt den Halbschatten und gedeiht am besten am Rande des Waldes oder unter dem Schutze eines Schatten spendenden Baumes, an welchem der Strauch hochrankt. Derselbe ist daher als eine Schattenpflanze anzusprechen, womit nicht gesagt werden soll, dafs er

Belichtung überhaupt nicht verträgt. Ich rechne ihn zu den Lichtpflanzen VI. Grades. Die Capsicum-Arten beanspruchen sonnige Lage und sind Lichtpflanzen II. Grades.

8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis. Piper beansprucht hohen Feuchtigkeitsgehalt der Luft wie des Bodens. Wo Trockenzeiten vorliegen, bedarf er unbedingt der Bewässerung. Das Mindestmafs von meteorischen Niederschlägen dürfte ohne Bewässerungsanlage 160 mm pro Monat sein.

   Die Capsicum-Arten beanspruchen mittleren Feuchtigkeitsgehalt der Luft, der auf ein Minimum sinken kann, und geringe Bodenfeuchtigkeit. Das Mindestmafs der Niederschläge ist vielleicht mit etwa 1000 mm pro Jahr anzugeben, namentlich wenn starker Taufall vorhanden.

9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Piper verlangt stets feuchten aber nicht nassen (Sumpf-) Boden. Humusböden mit ihrer Feuchtigkeit haltenden Kraft sagen diesem Strauche am meisten zu.

   Die Capsicum-Arten beanspruchen durchlässigen, mehr trockenen Boden.

10. Chemische Analyse.

	Piper nigrum im natürlichen Zustand, nach 25 Untersuchungen im Durchschnitt		Piper album im natürlichen Zustand, nach 12 Untersuchungen im Durchschnitt
Wasser	12,5 %	—	13,6 %
Holzfaser	12,5 -	—	6,1 -
Stickstoffhaltige Substanz	12,0 -	—	11,1 -
Flüchtiges Öl	1,4 -	—	0,9 -
Fettsubstanz	6,9 -	—	7,1 -
(Stärke	32,6 -	—	40,3 -)
In Zucker überführbare Stoffe	42,9 -	—	56,0 -
Sonstige stickstofffreie Stoffe	7,4 -	—	3,4 -
Reinasche	4,0 -	—	1,6 -
Sand	0,6 -	—	0,2 -
	100,2		100,0

	Piper album, nach 7 anderen Untersuchungen im Durchschnitt
Wasser	13,2 %
Holzfaser	17,2 -
Stickstoffhaltige Substanz	13,4 -
Flüchtiges Öl	0,9 -
Fettsubstanz	18,3 -
Kohlenhydrate	31,8 -
Asche	5,3 -
	100,1

	Asche des Piper nigrum	ungefähres Mittel	des Piper album	ungefähres Mittel
CaO	13,6—16,1 %	15,0 %	31,1—35,1 %	33,0 %
MgO	3,3— 7,6 -	5,5 -	9,5—11,7 -	10,5 -
P_2O_5	9,5—11,1 -	10,0 -	29,4—30,8 -	30,0 -
K_2O	27,4—34,7 -	31,0 -	5,1— 7,2 -	6,0 -
Na_2O	1,6— 5,5 -	3,5 -	0,7— 0,8 -	0,8 -
Fe_2O_3	0,9— 2,2 -	1,5 -	1,9— 2,2 -	2,0 -
Mn_2O_3	0,0— 0,8 -	0,5 -	0,2— 0,9 -	0,5 -
Cl	5,6— 8,7 -	7,0 -	0,6— 0,9 -	0,7 -
SO_3	4,0— 4,1 -	4,0 -	3,2— 3,8 -	3,5 -
CO_2	17,3—20,1 -	19,0 -	10,5—11,9 -	11,0 -
SiO_2	1,5— 6,4 -	3,0 -	1,5— 2,6 -	2,0 -
		100,0		100,0

Eine chemische Analyse von Capsicum-Arten ist mir nicht zugänglich geworden.

11. Das Nährstoffbedürfnis der Pfeffersträucher bezw. Pfefferstauden dürfte im speciellen noch nicht bekannt, im übrigen jedoch nicht besonders grofs sein.
12. Die betriebswirtschaftlichen Anforderungen sind nicht gering, wenn die Kulturen rationell betrieben werden sollen. Mehr als die Kultur des Feldes mit Schatten gewährenden Zwischenpflanzungen erfordert die Zubereitung und Reinigung der Ernte Sorgfalt.
13. Tierische und pflanzliche Feinde sind mir nicht bekannt.
14. Besondere Bemerkungen. Die rationelle Kultur des Pfefferstrauches (Piper) in Verbindung mit produktionsfähigen, Schatten gewährenden Pflanzen liegt noch sehr im argen; rationellerer Kultur erfreut sich schon der rote Pfeffer. Pfefferstrauchkulturen beanspruchen vor Wind geschützte Lagen.

XXVIII. 1. **Zimmet** oder Caneel.

2. Cinnamomum zeylanicum Nees = Canella vera, Cinnam. loureiroi (?).
3. Zahl der Spielarten unbekannt (?).
4. Ursprüngliche Heimat: Ceylon und Cochinchina.
   Kulturländer: vornehmlich Ceylon, auch Java, Cinnamomum loureiroi in Cochinchina.
5. Vegetationsdauer. Im 3. oder besser noch im 4 Jahre beginnen die Zimmetkulturen Ernten zu liefern. Die Schöfslinge werden zweimal im Jahre ge-

schnitten, wenn sie eine Höhe von ca. 2 m erreicht haben. Jeder Strunk liefert alljährlich ca. 6 Schöfslinge; treibt er mehr, dann werden die übrigen entfernt.

6. Temperaturbedürfnis. Der Zimmetbaum bezw. die Zimmetstaude beansprucht für rationelle Kultur, welche gute Quantität liefert, eine mittlere Jahrestemperatur von nicht unter 20° Cels. Die niedrigste erträgliche Temperatur, welche jedoch nur auf kurze Zeit eintreten darf, liegt oberhalb 5° Cels. Die höchste Temperatur darf nicht dauernd über 32° ansteigen.
7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Der Zimmet ist von Natur eine Waldpflanze und beansprucht somit Beschattung, welche jedoch nicht durch Baumschatten oder zu engen Stand der Kultur zu übertreiben ist. Ich halte die Zimmetpflanze für eine Lichtpflanze IV. Grades.
8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis. Der Zimmet liebt Feuchtigkeitsgehalt der Luft und des Bodens, doch nicht in grofsen Mengen. Niederschlagsmengen von 1500 mm pro Jahr scheinen zu genügen. Bewässerungsanlagen vermögen die Kultur sehr zu fördern.
9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Sumpfboden, fetter Schwemm- und steifer Thonboden sagen den Kulturen nicht zu. Nährstoffreicher tiefer Verwitterungsboden, auch wenn er Geröll enthält, scheint die qualitativ beste Rinde zu liefern.
10. Chemische Analyse.

Ceylon-Zimmet-Rinde

		ungefähres Mittel
Wasser	5,4—10,0 %	7,5 %
Holzfaser	16,2—33,0 -	25,0 -
Stickstoffsubstanz	2,9— 3,9 -	3,5 -
Flüchtiges Öl	1,1— 3,1 -	2,0 -
Fett	1,6— 3,3 -	2,5 -
Kohlenhydrate	51,3—60,0 -	55,5 -
Asche	3,4— 4,6 -	4,0 -
		100,0

Ceylon-Zimmet-Asche

		ungefähres Mittel
CaO	37,0—40,1 %	38,5 %
MgO	2,7— 3,9 -	3,5 -
P_2O_5	2,2— 3,5 -	3,0 -
K_2O	10,4—16,7 -	13,5 -
Na_2O	3,0— 4,7 -	4,0 -
Fe_2O_3	0,4— 0,8 -	0,5 -
Mn_3O_4	0,1— 1,0 -	0,5 -
Cl	0,2— 0,8 -	0,5 -
SO_3	2,4— 2,8 -	2,5 -
CO_2	29,3—32,4 -	31,0 -
SiO_2	0,2— 0,3 -	0,3 -
Sand	0,8— 1,4 -	1,2 -
		99,0

11. Das Nährstoffbedürfnis der Zimmetkulturen dürfte vermutlich Kalk und Kali sein.
12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen. Sobald die Kulturen produktionsfähig, sind die betriebswirtschaftlichen Anforderungen relativ gering.
13. Tierische und pflanzliche Feinde sind nicht bekannt.
14. Besondere Bemerkungen. Mit der Güte der in Ceylon produzierten Rinde hat bis jetzt noch kein Land konkurrieren können. Das Holz der Zimmetschöfslinge und besonders der Bäume findet vielfache Verwendung.

XXIX. 1. **Cassiarinde** und **Cassiablüte.**

Über die Gewächse, welche Cassiarinde und -blüten (unreife Früchte) produzieren, herrscht noch grofse Unklarheit. (Cassiarinde geht häufig unter dem Namen Zimmet in den Handel, ist diesem in jeder Beziehung thatsächlich sehr ähnlich, jedoch zu unterscheiden von Zimmet.) Genannt werden folgende Bäume, die zum Teil synonym sind.

2. Cassia lignea, Cassia iners, Cinnamomum cassia Bl. (China), C. obtusifolium, C. pauciflorum, C. Tamala, C. Burmanni. (Cinnam. cassia = Cinnam. chinense = Cassia vera.)
3. Zahl der Spielarten noch unsicher.
4. Ursprüngliche Heimat: China und die indisch-malayischen Inseln.

   Kulturländer: Süd-China, Bengalen, auch Ceylon, die Philippinen und Java.
5. Vegetationsdauer entspricht derjenigen des Zimmetbaumes.
6. 7. 8. und 9. Temperaturbedürfnis, Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis, Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis, Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens.

   In allen diesen Verhältnissen ist die Cassia anspruchsloser als der Zimmet.

10. Chemische Analyse:

	(?) Rinde Cassia	(?) Knospen Cassia
Wasser	9,4 %	4,8 %
Holzfaser	19,1 -	8,6 -
Stickstoffsubstanz	2,6 -	7,0 -
Flüchtiges Öl	0,7 -	3,6 -
Fett	1,6 -	5,2 -
Kohlenhydrate	64,6 -	65,2 -
Asche	2,0 -	5,6 -
	100,0	100,0

	Asche von Cassia lignea (1,8 %)	Asche von Cassia vera (4,1 %)
CaO	25,3 %	52,7 %
MgO	5,5 -	1,1 -
P_2O_5	3,6 -	1,1 -
K_2O	20,6 -	5,6 -
Na_2O	4,0 -	0,9 -
Fe_2O_3	1,2 -	6,1 -
Mn_3O_4	5,1 -	1,1 -
Cl	0,1 -	0,1 -
SO_3	2,2 -	0,7 -
CO_2	27,1 -	30,2 -
SiO	0,9 -	0,2 -
Sand u. s. w.	4,4 -	0,2 -
	100,0	100,0

11. Das Nährstoffbedürfnis ist nicht bekannt.

12. Die betriebswirtschaftlichen Anforderungen sind denen des Zimmets gleich zu stellen.

13. Tierische und pflanzliche Feinde sind nicht bekannt.

14. Besondere Bemerkungen. Es soll im allgemeinen mehr Cassiarinde als Zimmetrinde produziert und unter dem letzteren Namen auf den Markt gebracht werden; indessen steht die Zimmetrinde qualitativ höher. Ein sicheres Unterscheidungsmerkmal bietet die Behandlung der Rinden mit Jodtinktur, welche Cassiarinde tiefblau färbt, Zimmetrinde dagegen fast gar nicht. Auch giebt es noch andere Unterscheidungsmerkmale.

XXX. 1. **Muskatnüsse** und **Muskatblüten** (statt Blüte sollte man Samenmantel — arillus — sagen, denn dieser ist gemeint) werden hervorgebracht von:

2. Myristica moschata Thbg., M. fragrans Houtt., M. aromatica Lam., M. officinalis. Wild sind auf den Bandainseln Myristica tomentosa und M. fatua.

Der Baum der Calabasch-Muskatnufs von Jamaika ist Monodora myristica zur Familie der Anonaceae gehörig. Auch Arten aus der Familie der Lauraceen liefern Muskatnüsse, die jedoch keinen Begehr im Handel besitzen. Ich behandle daher hier nur die 4 oben genannten Arten der Myristica.

3. Zahl der Spielarten nicht bekannt, besonders wertvolle sind:

Die „Königin“ und die „königliche Muskatnufs“.

4. Ursprüngliche Heimat: etwa Bandainseln und die Nachbarinseln.

Kulturländer: vornehmlich Bandainseln und Sumatra.

5. Vegetationsdauer. Im 8. Jahre beginnt der Muskatnufsbaum zu tragen, erreicht seine Vollkraft im 25. Jahre, verbleibt in derselben je nach Sorgfalt der Kultur 30—50 Jahre und erreicht ein Alter von gegen 100 Jahren. Die Ernte geht zwar durch das ganze Jahr, koncentriert sich jedoch in der Hauptsache auf 2 Hauptzeiten.

6. Temperaturbedürfnis. Der Muskatnufsbaum beansprucht möglichst gleichmäfsige Temperatur zwischen 20 und 32° Cels. Die mittlere Jahrestemperatur mufs mindestens 25° betragen. Das Thermometer darf nicht unter 15° Cels. sinken und nicht über 33° Cels. auf längere Zeit steigen. Die Kultur ist daher auf ein relativ kleines Gebiet der Erde beschränkt.

7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Der Muskatnufsbaum verbleibt auch in Kultur genommen ein Waldbaum, d. h. verlangt Waldesschatten, der ihm durch eine passende Palmenart (Sumatra) oder Canarium commune (Bandainseln) geboten wird. Der Muskatnufsbaum ist daher eine Lichtpflanze VI. Grades.

8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis. Der Muskatnufsbaum beansprucht hohen Feuchtig-

keitsgehalt der Luft, nicht so sehr des Bodens. Niederschlagsmengen nicht unter 1000 mm pro Jahr genügen, wenn sie gleichmäſsig über das Jahr verteilt sind, im andern Falle muſs künstliche Bewässerung eintreten. Niederschlagsmengen von über 5000 mm pro Jahr (Burmah) sind noch nicht zu reichlich, wenn die Lage des Bodens nicht zu groſse Feuchtigkeit desselben verursacht.

9. Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Der Boden muſs vor allem tiefgründig, mild und durchlässig sein, und zwar um so mehr, je höher die Niederschlagsmenge pro Jahr ansteigt. Sanfte Berglehnen sind am vorteilhaftesten für die Kultur. Stagnierende Nässe verträgt sie nicht.

10. Chemische Analyse:

	Muskatnuſs		Muskatblüte	
		ungefähres Mittel		ungefähres Mittel
Wasser	4,2—12,9 %	7,4 %	4,9—17,6 %	9,7 %
Holzfaser	6,8—12,0 -	9,9 -	4,5—12,2 -	6,3 -
Stickstoffsubstanz	5,2— 6,2 -	5,5 -	4,6— 7,2 -	5,3 -
Flüchtiges Öl	2,5— 4,0 -	3,0 -	4,0— 8,7 -	6,7 -
Fett	30,1—37,3 -	34,3 -	18,6—35,1 -	24,6 -
Kohlenhydrate	29,9—41,8 -	37,2 -	28,0—46,6 -	44,8 -
Asche	2,2— 3,3 -	2,7 -	1,6— 4,1 -	2,6 -
		100,0		100,0

Über die Aschenzusammensetzung der Muskatnuſs ist mir keine Untersuchung zugänglich geworden.

11. Das Nährstoffbedürfnis des Muskatnuſsbaumes ist nicht bekannt. Man düngt vorteilhaft mit gut verrottetem Kompost.

12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen. Betriebskapital für Anlage der Kultur und Trockeneinrichtungen ist nicht gering, zumal Verzinsung des Kapitals erst mit dem achten Jahre eintritt. Die Produkte selbst erfordern Sorgfalt der Behandlung, um von guter Qualität zu sein.

13. Tierische und pflanzliche Feinde sind vorhanden und können die Kulturen vollständig vernichten. Näheres ist mir nicht bekannt.

14. Besondere Bemerkungen. In der Bucht von Kamerun sowie in Neu-Guinea dürften für die Muskatnufs günstige Vegetationsbedingungen vorliegen.

XXXI. 1. **Gewürznelken**
Blüte von

2. Caryophyllus aromaticus L. = Eugenia caryophyllata, Dicypellium caryophyllatum Nees (Brasil. Gewürznelkenbaum).

3. Die Zahl der Spielarten ist unbekannt, als vorzüglichste gilt „königliche Gewürznelke", auf Amboina gezüchtet.

4. Ursprüngliche Heimat: Molukken.
Kulturländer: vornehmlich Zanzibar, Pemba, Amboina, Penang, Sumatra, Indien, Réunion.

5. Vegetationsdauer. Der Gewürznelkenbaum soll angeblich bereits im 4. (?) Jahre Blüten liefern und ein Alter von 40 (?) Jahren erreichen.

6. Temperaturbedürfnis. Dasselbe ist nicht ganz so sensibel als dasjenige des Muskatnufsbaumes. Die mittlere Jahrestemperatur darf zwar gleichfalls nicht unter 25° sinken, das Thermometer kann jedoch sich in etwas weiteren Extremen als 15° und 35° Cels. bewegen. 13° bezw. 40° Cels. dürfen als äufserste Grenze nach unten und oben angenommen werden.

7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Der Gewürznelkenbaum beansprucht namentlich in den ersten Jahren denselben Grad der Beschattung, wie der Muskatnufsbaum ihn verlangt, später kann er den Schatten entbehren oder er begnügt sich wenigstens mit einem spärlichen. Er ist daher eine Lichtpflanze V. Grades.

8. Das Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis ist gleichfalls nicht so hoch als das des Muskatnufsbaumes. Trockene Atmosphäre verträgt der Gewürznelkenbaum jedoch nicht. Wo selbst im feuchten Küstenklima unter 1400 mm Regenfall pro Jahr vorliegt, mufs Bewässerungsanlage eingerichtet werden. Dieselbe ist auch schon erforderlich, wo die 1400 mm Regenfall nicht gleichmäfsig über das ganze Jahr verteilt sind, und dort, wo monatelange Trockenperioden herrschen.

9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Sumpfige Ländereien sind von der Kultur auszuschliefsen.
10. Chemische Analyse der Nelken:

	Schwankungen	gute Qualität (Mittel aus 8 Analysen)	geringe Qualität (Mittel aus 8 Analysen)
Wasser	2,9—16,4 %	8,1 %	8,6 %
Holzfaser	6,2—13,8 -	8,5 -	11,6 -
Stickstoffsubstanz	4,2— 7,0 -	5,9 -	5,4 -
Flüchtiges Öl	3,9—18,9 -	15,8 -	8,9 -
Fett	4,0—10,2 -	9,1 -	5,9 -
Kohlenhydrate	39,0—54,9 -	45,2 -	51,9 -
Asche	4,8—13,1 -	7,4 -	7,7 -
		100,0	100,0

Eine Aschenanalyse ist mir nicht zugänglich geworden.

11. Das Nährstoffbedürfnis ist unbekannt.
12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen. Dieselben sind denen des Muskatnufsbaumes nahezu gleich.
13. Tierische und pflanzliche Feinde sind nicht bekannt.
14. Besondere Bemerkungen. Die Kultur der Gewürznelken auf Zanzibar wird lässig betrieben, so dafs die Qualität des Produktes nicht auf der Höhe steht.

    Zuweilen kommen die Früchte dieses Baumes auch unter dem Namen Gewürznelkenmutter in den Handel.

XXXII. 1. **Piment** oder **Nelkenpfeffer**, auch Jamaikapfeffer genannt, die getrocknete unreife Frucht von

2. Pimenta officinalis = Myrtus pimenta L. = Eugenia pimenta, neuerdings auch Pements vulgaris.
3. Die Zahl der Spielarten ist nicht bekannt.
4. Ursprüngliche Heimat: Westindien und Yukatan. Kulturländer: fast ausschliefslich Jamaika.
5. Vegetationsdauer. Der Pimentbaum wird als Wildling im Walde gezogen, seine Kultur ist also ganz roh, und es fehlen infolgedessen nähere Angaben.
6. Temperaturbedürfnis. Der Pimentbaum beansprucht vermutlich eine mittlere Jahrestemperatur von nicht unter 21° Cels. Die niedrigste erträgliche Tem-

peratur scheint bei 10° Cels. zu liegen, die höchste bei ca. 35° Cels.

7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Der Pimentbaum scheint eine Lichtpflanze III. oder IV. Grades (vielleicht auch V.) zu sein. Näheres ist nicht bekannt.

8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis. Die Anforderungen des Baumes an die Feuchtigkeit der Atmosphäre scheinen ziemlich hoch zu sein, geringer oder sehr gering diejenige an die Bodenfeuchtigkeit. Niederschlagsmengen von 1200 mm pro Jahr scheinen zu genügen.

9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Der Pimentbaum scheint fast ausschliefslich lockeren Kalkboden zu lieben. Näheres ist nicht bekannt.

10. Chemische Analyse des Piments:

		ungefähres Mittel
Wasser	5,5—12,7 %	8,2 %
Holzfaser	13,5—22,5 -	17,4 -
Stickstoffsubstanz	4,0— 5,4 -	4,8 -
Flüchtiges Öl	1,3— 5,2 -	3,0 -
Fett	5,4— 8,2 -	6,3 -
Kohlenhydrate	46,4—59,3 -	56,2 -
Asche	2,9— 4,9 -	4,1 -
		100,0

Aschenanalysen sind mir nicht zugänglich geworden.

11. Das Nährstoffbedürfnis des Pimentbaumes ist bis jetzt noch nicht bekannt. Vermutlich ist er eine Kalkpflanze (?).

12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen. Der Pimentbaum ist bis jetzt nur in Halbkultur genommen. Die Jamaikaner behaupten, eine Kultur sei unmöglich; er wird indessen als Garten- und Wegpflanze genutzt.

13. Tierische und pflanzliche Feinde unbekannt.

14. Besondere Bemerkungen. Es ist nicht anzunehmen, dafs das Anpassungsvermögen des Pimentbaumes ein so geringes ist, dafs er nur in Westindien kultiviert werden kann; es wird zwar gesagt, dafs er

selbst auf den nördlichen westindischen Inseln nicht mehr gedeihen will.

XXXIII. 1. **Ingwer,**

der Wurzelstock von

2. Zingiber officinale Rosc.; weniger kultiviert wird Z. zerumbet, Z. mioga, Z. cassumunar u. Z. capitatum.
3. Zahl der Spielarten unbekannt, die besten Pflanzungen sind auf Jamaika.
4. Ursprüngliche Heimat: Ostindien.
   Kulturländer vornehmlich: Indien, Cochinchina, Brasilien, Jamaika und Sierra Leone.
5. Vegetationsdauer. Ingwer ist ein in wildem Zustande ausdauernder Strauch (kultiviert gleicht er in seinen Kulturansprüchen am meisten der Kartoffel). Er benötigt 9—10 Monate zur Ausbildung des Wurzelstockes.
6. Temperaturbedürfnis. Der Ingwer benötigt eine mittlere Jahrestemperatur von nicht unter 20° Cels., dabei darf die Temperatur nicht auf 0° sinken und nicht dauernd über 35° steigen.
7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Der Ingwer scheint eine Lichtpflanze IV. Grades zu sein (?). Ob er Beschattung verträgt, ist mir unbekannt.
8. Feuchtigkeits- und Temperaturbedürfnis. Der Ingwer liebt hohen Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre und mäfsigen des Bodens. Wo der letztere zuweilen fehlt, kann Bewässerungsanlage ergänzen. Letztere kann jedoch nicht mangelnde Luftfeuchtigkeit ausgleichen. Gegenden mit nur einer Regenzeit sind ohne künstliche Bewässerung untauglich für Ingwerkultur. Dieselbe liebt vornehmlich Regenfall während der ganzen Vegetationszeit, während der ersten Hälfte derselben (5 Monate) nicht unter 150 mm pro Monat, später etwa 100—75 mm pro Monat.
9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Dunkele Böden sollten von der Kultur ausgeschlossen werden, da sie die Farbe auf den Wurzelstock zu übertragen pflegen und dunkle Wurzelstöcke im Handel zurückstehen. Im übrigen mufs der Boden mürbe und durchlässig sein.

10. Chemische Analyse eines ganzen Wurzelstocks, ungeschält und ungebleicht.

	Ingwer aus Calcutta, Cochin und Jamaika	im Mittel	Mittel vieler Analysen (ungeschält, geschält, gebleicht, nicht gebleicht, gemahlen, nicht gemahlen)
Wasser	9,4—10,5 %	9,5 %	12,1 %
Holzfaser	2,1— 7,5 -	5,0 -	4,4 -
Stickstoffsubstanz .	6,3—10,9 -	8,0 -	7,1 -
Flüchtiges Öl . . .	1,8— 2,3 -	2,0 -	1,7 -
Fett	2,3— 4,6 -	3,5 -	3,4 -
Kohlenhydrate . .	62,8—73,2 -	67,5 -	66,5 -
Asche	3,4— 7,0 -	4,5 -	4,8 -
		100,0	100,0

Eine Aschenanalyse war mir nicht zugänglich.

11. Nährstoffbedürfnis unbekannt.

12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen. Reinhalten der Kultur und event. sorgfältige Bewässerung sind die vornehmlichsten Arbeiten. Die Zubereitung der Ernteprodukte erfordert weniger Umstände, als sonst tropische Früchte zu beanspruchen pflegen.

13. Tierische und pflanzliche Feinde sind nicht bekannt.

14. Besondere Bemerkungen. Das Kulturgebiet des Ingwers erstreckt sich in der Hauptsache nur auf die eigentliche Tropenzone. Die Subtropen mit ihrer mehr trockenen Atmosphäre eignen sich nur ausnahmsweise für diese Kultur.

XXXIV. 1. Vanille

(Semler nennt sie die Aristokratin unter den Gewürzen), die Fruchtschoten von

2. Vanilla planifolia Andr., V. aromatica, V. pompana. V. palmarum, V. guyanensis, V. saliva, V. silvestris.

3. Zahl der Spielarten ist unbekannt.

4. Ursprüngliche Heimat: das tropische Amerika. Kulturländer: vornehmlich Mexiko, Réunion und Bourbon (neuerdings auch Java und Ceylon).

5. Vegetationsdauer. Der Vanillestrauch beginnt im 3. Jahre nach seiner Anpflanzung zu tragen, liefert 7 Jahre volle Ernten und trägt bis zum ca. 20. Jahre.

Er bringt alljährlich eine Ernte, welche sich auf 2—3 Monate zu erstrecken pflegt.

6. Temperaturbedürfnis. Dasselbe ist weniger ein aufserordentlich hohes, die Temperatur mufs jedoch stets gleichmäfsig sein und darf nur geringen und niemals schroffen Schwankungen unterliegen. Eine mittlere Jahrestemperatur von 23° Cels. dürfte bereits genügen, die Temperatur darf jedoch nicht unter 10—15° Cels. dauernd sinken und nicht über 34° Cels. dauernd steigen.
7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Vanille ist eine Waldfrucht (gehört zur Gattung der Orchideen) und somit eine Pflanze, welche Beschattung liebt. Die Früchte selbst lieben, der Sonne ausgesetzt zu sein. Ich halte die Vanille für eine Lichtpflanze V. Grades.
8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis. Die Vanille liebt mäfsige Feuchtigkeit der Atmosphäre und des Bodens. Niederschlagsmengen von mindestens 1000 mm pro Jahr, selbst wenn sie sich auf 8 Monate koncentrieren, dürften bei starkem Taufall und genügendem Feuchtigkeitsgehalt der Luft bereits genügen.
9. Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Humusböden oder Lauberdeböden sagen der Vanille am meisten zu.
10. Chemische Analyse (nur in geringer Anzahl vorhanden):

		ungefähres Mittel
Wasser	25,9—30,9 %	28,3 %
Holzfaser	15,3—19,6 -	17,4 -
Stickstoffsubstanz	2,6— 4,9 -	3,7 -
Flüchtiges Öl	? — 0,6 -	0,5 -
Fettsubstanz	4,7— 6,7 -	5,7 -
Zucker	7,1— 9,1 -	8,1 -
Stickstofffreie Stoffe	30,5—32,9 -	31,7 -
Asche	4,5— 4,7 -	4,6 -
		100,0

Eine Aschenanalyse ist mir nicht zugänglich geworden.

11. Das Nährstoffbedürfnis ist speciell nicht bekannt; man pflegt mit verrottetem Laub, besonders

gern mit verrotteten Bananenblättern zu düngen. Letzteres geschieht aber wohl nur aus dem Grunde, weil diese am bequemsten zur Hand sind und ihre Kompostierung gleichwohl vorgenommen werden muſs.

12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen. Die Vanille, einmal angepflanzt, bedarf nur geringer Pflege. Spalierpflanzung oder Pflanzung unter und an Schattenbäumen mit rauher Borke (vornehmlich Crescentia Cujete = Kalabaschbaum) ist durchaus erforderlich. Die Zubereitung der Schoten bedarf viel Aufmerksamkeit. Maschinen sind jedoch dazu nicht erforderlich.

13. Tierische und pflanzliche Feinde. Am meisten werden die Termiten gefürchtet.

14. Besondere Bemerkungen. Um sichern Fruchtansatz zu erzielen, ist es erforderlich, die Vanilleblüte durch Menschenhand zu bestäuben (eine durchaus leichte Arbeit); ob durch Ansiedlung von Insekten der Erfolg gleich sicher zu erreichen ist, erscheint fraglich. Taube Blüten müssen ausgemerzt werden. Windschutz ist ein ferneres Bedingnis sicherer Kultur.

XXXV. 1. **Cardamom,**

gemeiniglich Frucht der

2. Elettaria cardamomum Wh. minor oder Elettaria cardamomum robusta. Von anderen Arten, welche zwar selten in den Handel kommen, ist zu nennen Elettaria cardamomum major (Ceylon), Amomum cardamomum L. (Sumatra und Java), Amomum angustifolium (Java), Amomum grana (Madagaskar), Amomum paradisii (Westafrika), Amomum subulatum (Nepaul).

Elettaria cardamomum minor kommt am meisten in den Handel und soll hier behandelt werden.

3. Zahl der Spielarten: Elettaria cardamomum robusta wird auch als Spielart angesehen.

4. Ursprüngliche Heimat: Gebirge von Malabar. Kulturländer vornehmlich: Malabar, Ceylon und Südindien.

5. Vegetationsdauer. Die Staude pflegt frühestens im 3. Jahre Frucht zu liefern. Über die Dauer ihrer Tragfähigkeit ist nichts Sicheres bekannt. Jedes Jahr giebt eine Ernte.

6. Temperaturbedürfnis. Die Staude beansprucht eine mittlere Jahrestemperatur von nicht unter 24 ° Cels. Niedrigste und höchste Temperatur, welche sie ertragen kann, scheinen mir bei ca. 10° und 35° Cels. zu liegen.
7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Die Staude liebt Beschattung und scheint mir eine Lichtpflanze V. Grades zu sein.
8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis ist beides hoch. Wo unter 1500 mm Regenfall pro Jahr, scheint die Staude kein Fortkommen zu finden. Ob reichliche künstliche Bewässerung auch die erforderliche Luftfeuchtigkeit ergänzen kann, scheint mir zweifelhaft zu sein.
9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Tiefgründiger wasserhaltender, aber doch auch durchlässiger Boden (am liebsten Lehmboden) scheint der Kultur am meisten zuzusagen.
10. Chemische Analyse (eine Untersuchung aus 1879):

	der Kerne	der Hülsen
Wasser	19,4 %	8,4 %
Holzfaser	11,0 -	30,4 -
Stickstoffsubstanz	11,2 -	5,5 -
Flüchtiges Öl	3,8 -	0,7 -
Fett	1,8 -	3,2 -
Kohlenhydrate	44,1 -	36,9 -
Asche	8,7 -	14,9 -
	100,0	100,0

Eine Aschenanalyse ist mir nicht zugänglich geworden.

11. Das Nährstoffbedürfnis ist im speciellen unbekannt. Düngungen mit Kompost und Kehricht erscheinen sehr angebracht.
12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen. Dieselben sind, sobald die Kulturen eingerichtet, relativ gering, zumal auch Ernte und Zubereitung ohne Maschine und ohne viele Arbeit zu besorgen ist.
13. Tierische und pflanzliche Feinde sind nicht bekannt.

14. Besondere Bemerkungen. Das Schattenbedürfnis der Staude erfordert die Zwischenpflanzung hoher Wipfelbäume. Die Wahl derselben mufs der Örtlichkeit überlassen bleiben. Vielleicht eignet sich auch hier der Kalabaschbaum am besten.

g. Ölfrüchte.

XXXVI. 1. **Olive.**

2. Olea europea L., ferner O. americana und andere mehr, die vornehmlich des Holzes wegen geschätzt werden.
3. Die Zahl der Spielarten ist sehr grofs, sie gruppieren sich unter schmalblättrige und breitblättrige. Es mögen für die Subtropen genannt sein: Olive gentile, Frantaio, Nevadillo negro und blanco, Caillet roux und blanche.
4. Ursprüngliche Heimat: Mittelmeerländer.
   Kulturländer: vornehmlich fast sämtliche Mittelmeerländer, ferner Südafrika, Queensland, Chili, Japan. Die wichtigsten Produktionsländer sind heute Italien, Südfrankreich, Spanien, die Türkei, Syrien und Tunis. Obgleich die Olivenkultur zum Teil über den 35.° N. Br. hinaus liegt und in Europa der eigentlich gemäfsigten Zone angehört, verdient dieselbe hier gleichwohl einen Platz, da sie auf die Subtropen ohne weiteres zu übertragen ist. Über den 45.° N. Br. geht die Olivenkultur nicht hinaus.
5. Vegetationsdauer. Die Olive erreicht ein sehr hohes Alter von 600—700 Jahren. Sie beginnt im 4.—9. Jahre zu tragen und erreicht die Vollkraft der Tragfähigkeit im ca. 15. Jahre.
6. Temperaturbedürfnis. Die mittlere Jahrestemperatur darf für Olivenkulturen nicht unter 15° Cels. betragen, dabei darf das Thermometer nicht unter —5° Cels sinken; die Temperatur nach oben scheint mit 35—40° Cels. ihre höchste zulässige Höhe erreicht zu haben.
7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Die Olive liebt Licht und ist als eine Lichtpflanze II.—I. Grades anzusprechen. Schatten liebt sie nicht.

8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis. Die Olive, eine tiefwurzelnde Pflanze, gehört zu denjenigen Pflanzen, welche neben Trockenheit der Luft nur einen geringen Feuchtigkeitsgrad des Bodens beanspruchen. 300 mm Regenfall genügen bereits im Küstenklima.

9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Lockerer Kalkboden sagt der Olivenkultur am meisten zu. Steifer Thon- und saurer Humusboden ist absolut untauglich. Bodennässe verträgt die Olive durchaus nicht.

10. Chemische Analyse. Der Ölgehalt der Olivenfrucht schwankt zwischen 10—50 %. 30 % betrachtet man als befriedigend. Eine Aschenanalyse von Olea europaea ergab Folgendes:

	Holz	Rinde	Blätter	Frucht: Fleisch	Frucht: Stein	Frucht: Kern
Reinasche	1,4 %	4,6 %	5,0 %	2,3 %	1,8 %	2,8 %
CaO	38,7 -	61,0 -	52,8 -	7,5 -	7,5 -	30,4 -
MgO	6,2 -	11,8 -	5,0 -	0,2 -	0,4 -	1,2 -
P_2O_5	11,6 -	3,9 -	13,7 -	1,3 -	16,7 -	30,6 -
K_2O	20,9 -	14,9 -	11,0 -	81,9 -	60,1 -	30,3 -
Na_2O	2,9 -	0,3 -	1,5 -	7,5 -	6,6 -	2,0 -
Fe_2O_3	2,1 -	1,6 -	2,5 -	0,7 -	0,8 -	0,1 -
Mn_2O_3	0,6 -	0,2 -	1,3 -	— -	— -	— -
Cl	0,6 -	0,2 -	0,2 -	0,2 -	4,8 -	— -
SO_3	2,1 -	4,8 -	0,8 -	0,1 -	3,3 -	2,4 -
SiO_2	14,2 -	1,4 -	11,4 -	0,7 -	— -	5,4 -
	99,9	100,1	100,2	100,1	100,2	102,4

11. Das Nährstoffbedürfnis des Olivenbaums ist ausschliefslich Stickstoff. Langsam wirkende organische Düngemittel werden am meisten angewandt. Es hängt das Nährstoffbedürfnis vornehmlich mit der Armut des Bodens zusammen, auf welchem der Baum gemeiniglich kultiviert wird.

12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen. Dieselben sind relativ gering. Nur die Feinde der Pflanze und die Ernte erfordern besondere Sorgfalt der Beobachtung. Das angelegte Kapital beginnt erst im ca. 10. Jahre Zinsen zu tragen.

13. Tierische und pflanzliche Feinde. Von tierischen Feinden sind besonders gefährlich Decus oleae, ein Insekt, welches die Frucht befällt, ferner Finea oleae, die Olivenmotte, und Psylla olea, ferner Schild- und Blattläuse. Aufserdem tritt häufig Fäule am Baume auf.

14. Besondere Bemerkungen. Wenn irgendwo in den deutsch-afrikanischen Besitzungen, so kann die Olivenkultur nur für Südwestafrika in Frage kommen.

XXXVII. 1. **Sesam,**

Frucht von

2. Sesamum indicum L. oder orientale.

3. Die Zahl der Spielarten ist grofs. Man unterscheidet am bequemsten: schwarze, braune, rote, gelbe und weifse Spielart. Die wertvollsten sind die weifse und schwarze indische.

4. Ursprüngliche Heimat: Indien.

Kulturländer: vornehmlich Indien, ferner Siam, China, Java, Ostafrika, Westafrika auf der nördlichen Hemisphäre. Den feinsten Sesam liefert Palästina, vornehmlich Jaffa.

5. Die Vegetationsdauer beträgt nur 3—4 Monate, so dafs ein Feld zwei Jahresernten zu liefern vermag.

6. Temperaturbedürfnis. Die mittlere Temperatur während der Vegetationsdauer des Sesam darf nicht unter 24° Cels. betragen. Unter 5° Cels. (?) darf dieselbe niemals sinken; zu heifs kann es der Sesamkultur nicht werden (?).

7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Sesam ist eine Lichtpflanze II. Grades. Schatten verträgt sie nicht.

8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis. Beides scheint nicht hoch zu sein. Niederschlagsmengen von 100 mm im ersten und 75 mm im zweiten Monate der Vegetation dürften bereits genügen. Später verlangt der Sesam Trockenheit.

9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Der

Boden mufs mürbe und durchlässig sein. Leichter, kalkhaltiger Lehmboden ist am besten für die Kultur geeignet. Feuchte und schwere Böden sagen derselben nicht zu.

10. Chemische Analyse:

	von Sesamsamen	ungefähres Mittel:
Wasser	4,3— 7,1 %	5,5 %
Rohfaser	2,4—11,7 -	7,2 -
Stickstoffsubstanz	16,4—22,6 -	20,3 -
Rohfett	35,1—56,3 -	45,6 -
Stickstofffreie Extraktstoffe	14,2—28,8 -	15,0 -
Asche	3,4— 8,7 -	6,4 -
		100,0

Eine vollständige Aschenanalyse des Sesamsamens ist mir nicht zugänglich geworden.

Sesamkuchen hat folgende Zusammensetzung:

		ungefähres Mittel	Der Aschengehalt der Kuchen setzt sich zusammen aus:	
Wasser	8,1—14,4 %	11,1 %	CaO	26,6 %
Rohfaser	18,4— 4,5 -	8,1 -	MgO	13,8 -
Stickstoffsubstanz	42,3—27,2 -	36,6 -	P_2O_5	35,1 -
Rohfett	23,1— 5,7 -	11,9 -	K_2O	16,0 -
Stickstofffreie Extraktstoffe	30,8— 7,8 -	22,4 -	Na_2O	4,2 -
Asche	— -	9,9 -	Cl	1,1 -
		100,0	SO_3	2,1 -
			SiO_2	1,1 -
				100,0

11. Das Nährstoffbedürfnis des Sesam ist vornehmlich Stickstoff, welcher am besten in Form langsam wirkender organischer Substanzen zu geben ist.

12. Die betriebswirtschaftlichen Anforderungen sind gering, da Kultur wie Ernte und Zubereitung derselben gegenüber anderen tropischen Gewächsen wenig Arbeit erfordern.

13. Tierische und pflanzliche Feinde sind mir nicht bekannt.

14. Besondere Bemerkungen. Sesam ist eine Kulturpflanze, welche vornehmlich in einigen Teilen von Ostafrika Aussicht auf Erfolg haben dürfte. Eine Über-

produktion von Sesamöl und Sesamkuchen ist vielleicht nicht so sehr zu befürchten, als eine solche anderer Öle und Futterkuchen.

XXXVIII. 1. **Erdnufs, Erdeichel,**

Frucht von

2. Arachis hypogaea L.
3. Die Zahl der Spielarten ist gering. Man unterscheidet eine braune, rote und weifse Erdnufs. Die Spielarten Virginia und Carolina (afrikanische) sind weifs. Die hellfarbigen Spielarten sind die gesuchteren.
4. Ursprüngliche Heimat: vermutlich Brasilien, vielleicht auch Afrika.
   Kulturländer: vornehmlich Westafrika der nördlichen Hemisphäre (besonders Sierra Leone und Gambia), ferner Mozambique, dann Indien und neuerdings Südbrasilien, Virginien und Tenessee, auch Japan. In Nordamerika reicht die Kultur infolge der dortigen hohen Sommertemperatur bis zum 40° N. Br.
5. Die Vegetationsdauer beträgt ungefähr 4 Monate.
6. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Der Erdnufsstrauch ist eine Lichtpflanze II. Grades. Schatten verträgt er nicht.
7. Temperaturbedürfnis. Die mittlere Vegetationstemperatur darf nicht unter 23° Cels. betragen. Das zulässige Minimum liegt bei ungefähr 6° Cels., das Maximum ist anscheinend nicht begrenzt (vielleicht 40° Cels.).
8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis. Das Feuchtigkeitsbedürfnis der Atmosphäre ist bei genügenden Niederschlagsmengen nicht hoch. Letztere dürfen in den ersten Monaten nicht unter (?) 100 mm betragen. Künstliche Bewässerung ist bei Erdnufskultur nicht angebracht, da sie den Boden verdichtet.
9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Ein trockener, sandiger, kalkreicher Lehmboden soll die besten Früchte erzeugen. Starkbindiger und nasser Boden sagt der Kultur niemals zu, er verhindert das Versenken der Früchte in die Erde.

10. Chemische Analyse:

	der ungeschälten Erdnüsse	ungefähres Mittel	der Erdnufskuchen (ungeschält)	ungefähres Mittel
Wasser	4,6—15,6 %	7,0 %	7,8—11,8 %	9,8 %
Rohfaser	1,2— 4,1 -	2,2 -	19,1—28,0 -	22,7 -
Stickstoffsubstanz	26,6—31,1 -	27,6 -	27,0—34,9 -	31,0 -
Fettsubstanz	37,8—50,2 -	45,8 -	5,9—11,2 -	8,9 -
Stickstofffreie Extraktstoffe	5,1—14,1 -	14,8 - (?)	11,9—28,5 -	20,7 -
Asche	1,6— 3,1 -	2,6 -	?	6,9 -
		100,0		100,0 -

Der Aschengehalt eines Erdnufskuchens setzt sich folgend zusammen:

(von geschälter Frucht)	
CaO	4,1 %
MgO	13,3 -
P_2O_5	33,6 -
K_2O	38,5 -
Na_2O	2,3 -
Cl	2,3 -
SO_3	2,3 -
SiO_2	3,6 -
	100,0

Die Asche der Erdnüsse setzt sich vornehmlich aus Kali und Phosphorsäure zusammen.

11. Das Nährstoffbedürfnis besteht vornehmlich in Stickstoffdüngung. Angeblich soll auch Kalkdüngung sehr wirkungsvoll sein, namentlich auf kalkarmen Böden.

12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen. Der Erdnufsstrauch beansprucht Flachkultur, damit die Nüsse nicht zu tief unter der Oberfläche gebildet werden. In den ersten Monaten ist das Feld unkrautfrei und die Oberfläche stets in tiefer Lockerung zu halten.

13. Tierische und pflanzliche Feinde sind mir nicht bekannt geworden.

14. Besondere Bemerkungen. Der Strauch dieser Pflanze gilt als wertvolles Viehfutter.

XXXIX. 1. **Baumwollsamen,**

von

2. Gossypium L.

Über die Kulturbedingnisse u. s. w. der Baumwollstaude wird unter B. b LVII näher gehandelt werden, weil der Faserstoff dieses Gewächses der wichtigere Teil der Pflanze und der Same nur als Nebenprodukt anzusehen ist. Hier soll nur die chemische Analyse des Samens vorgeführt werden.

Baumwollsamen verschiedener Species, nicht geschält:

		ungefähres Mittel
Wasser	8,0—11,4 %	9,8 %
Rohfaser	18,9—32,4 -	23,5 -
Stickstoffsubstanz	13,6—29,7 -	19,6 -
Rohfett	10,4—29,3 -	19,9 -
Stickstofffreie Extraktstoffe	7,6—36,7 -	22,4 -
Asche	2,9— 8,0 -	4,8 -
		100,0

Die Asche des Samens setzt sich ungefähr folgend zusammen:

CaO	5,6 %
MgO	16,4 -
P_2O_5	31,0 -
K_2O	32,0 -
Na_2O	7,0 -
Cl	1,5 -
SO_3	2,0 -
SiO_2	0,5 -
	96,0 (!)

Baumwollsamenkuchen (von nicht geschälter Frucht):

		ungefähres Mittel
Wasser	6,6—14,2 %	10,0 %
Rohfaser	17,0—27,0 -	21,1 -
Stickstoffsubstanz	18,2—28,3 -	23,5 -
Rohfette	4,9— 9,8 -	6,6 -
Stickstofffreie Extraktstoffe	24,9—36,7 -	32,0 -
Asche	—	6,8 -
		100,0

XL. 1. **Rizinus,** Castor.

Die Stammform dieser Frucht ist:

2. Ricinus communis L., besondere Arten oder Spielarten sind dann R. sanguineus, R. giganteus, R. Borboniensis, R. tunisensis, R. dioicus, R. armatus, R. ta-

narius, R. mappa, R. apelta, R. lividus, R. speciosus, R. integrifolius, R. inermis, R. viridis.]

3. Die Zahl der Spielarten ist grofs.

4. Ursprüngliche Heimat: Indien und Nordostafrika. Kulturländer: vornehmlich Indien und Nordamerika, auch Westindien, Algier und Ägypten. (Von dem Rizinusstrauch als Zierstrauch ist hier natürlich abgesehen.)

5. Die Vegetationsdauer ist je nach der Art oder Spielart und dem Klima sehr verschieden; kurzlebig, einjährig und mehrjährig.

6. Das Temperaturbedürfnis des Strauches scheint mir mindestens 18° Cels. im Mittel während der Vegetationszeit zu sein, dabei dürfte die niedrigste erträgliche Temperatur nicht unter 5° Cels. betragen, während die Temperatur nach oben mit 35° Cels. begrenzt sein dürfte.

7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Der Rizinusstrauch scheint eine Lichtpflanze III. Grades zu sein.

8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis. Beides besitzt der Strauch in nicht geringem Grade, so dafs sein Anbau in regenarmen halbtropischen Gegenden ohne Bewässerungsanlage absolut ausgeschlossen ist. Wo dieselbe fehlt, beansprucht er mindestens (?) 1500 mm Regenfall pro Jahr.

9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Der Strauch verlangt einen mürben, tiefgründigen und durchlässigen Boden.

10. Chemische Analyse:

	ganzer Samen	ungefähres Mittel
Wasser	4,4— 8,0 %	6,0 %
Rohfaser	18,1—25,5 -	18,0 -
Stickstoffsubstanz	15,3—20,5 -	18,8 -
Stickstofffreie Extraktstoffe	5,0—16,5 -	5,1 -
Fettsubstanz	46,6—51,4 -	49,0 -
Asche	2,9— 3,4 -	3,1 -
		100,0

Die Asche des Rizinussamens enthält nach einer anscheinend einzigen Untersuchung:

CaO	11,3 %
MgO	7,3 -
P_2O_5	38,7 -
K_2O	29,5 -
Na_2O	8,8 -
Fe_2O_3	0,9 -
Cl	0,9 -
SO_3	2,2 -
Differenz	0,4 -
	100,0

11. Das Nährstoffbedürfnis des Strauches ist vornehmlich Stickstoff, dann aber auch Phosphorsäure und Kali und zwar in reichlichen Mengen (in Rücksicht auf die schnelle und starke Entwicklung).
12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen. Dieselben sind verhältnismäfsig gering; die Kulturen erfordern weder viel Arbeitskraft noch beanspruchen sie besondere Sorgfalt.
13. Tierische und pflanzliche Feinde. Der Rizinusstrauch wird von den meisten Schädlingen gemieden, nur die Tabakraupe (Agrotis ypsilon) soll ihm Schaden zufügen.
14. Besondere Bemerkungen. Der Rizinusstrauch soll auch im engeren Tropengürtel vorzüglich gedeihen.

XLI. 1. **Croton,**
Same von gemeiniglich
2. Croton tiglium L., auch von C. Roxburghii, C. pavana und C. oblongifolius.
3. Zahl der Spielarten ist nicht bekannt.
4. Ursprüngliche Heimat: Indien.
Kulturländer: vornehmlich Indien.
5. Vegetationsdauer: vieljährlich.
6. 7. 8. Diese Verhältnisse sind nicht exakt zu ermitteln.
9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Der Crotonbaum gedeiht nicht auf nassem, sumpfigem Boden.

10. Chemische Analysen sind mir nicht zugänglich geworden.
11. Das Nährstoffbedürfnis scheint ein äufserst geringes zu sein.
12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen. Es scheint, als ob der Crotonbaum vornehmlich als Schattenspender in jungen Kaffee- und Cardamom-Kulturen Verwendung findet. Reinkulturen scheint es von ihm nicht zu geben.
13. Tierische und pflanzliche Feinde sind vermutlich nicht vorhanden.
14. Besondere Bemerkungen. Die aufserordentlich intensive Wirkung des Crotonöls als Arzneimittel hat zur Folge, dafs die Produktion nur einen sehr geringen Umfang besitzt und nur gelegentliche Kulturen lohnenden Absatz finden.

    Ebenso verhält es sich mit einer grofsen Reihe anderer Öl liefernden Samen, die darum hier nur kurz aufgezählt werden sollen.

XLII. Seltenere Ölfrüchte,

welche teils kultiviert, teils wildwachsend gesammelt werden, z. B.

α. **Purgiernufs** (Curcas purgans oder Jatropha curcas) hat 30—40 % Öl.

β. **Lichtnufs** (Aleuritis triloba R. und G. Forster oder Aleuritis Moluccana), sehr ölreich, ca. 62 %.

γ. **Brasilnufs** (Bertholletia excelsa H B K.) mit 60—67 % Öl.

δ. **Suarinufs** oder Butternufs (Caryocar).

ε. **Carapa** (Carapa Guyanensis Anbl.) mit ca. 36 % Öl.

ζ. **Akaschu** (Anacardium occidentale L.) dient gleichzeitig in Pfeffer- und Vanillekulturen als Stützbaum.

η. **Alligatorbitne oder Advocadobirne** (Persea gratissima Gaertner).

ϑ. **Ilang-Ilang** oder Cananga (Cananja odorata).

Dieses sind die im Handel bekanntesten der noch Öl liefernden Früchte. Die Aufzählung liefse sich zwar noch erheblich ausdehnen, aber ich will davon Abstand nehmen und ebenso auch die Pflanzenwachs und Pflanzenbutter liefernden Gewächse hier übergehen, da dieselben für den Handel noch wenig Bedeutung erlangt haben. Die Öl und Wachs liefernden Palmen sollen in einem besondern Abschnitt behandelt werden.

XLIII. 1. **Kampfer,**

vornehmlich gewonnen von

2. Laurus camphora L. = Cinnamomum camphora = Camphora officinalis (Lorbeerkampferbaum); weit weniger bedeutungsvoll sind: Dryobalanops aromatica und Blumea balsamifera.
3. Zahl der Spielarten nicht bekannt.
4. Ursprüngliche Heimat des Laurus camphora: Ostasien.
   Kulturländer: vornehmlich Japan und China. Die Kultur reicht bis zum 36.° N. Br.
5. Vegetationsdauer. Der Kampferbaum erreicht ein sehr hohes Alter und soll im 100. Jahr geschlagen den besten Kampfer liefern.
6. 7. 8. 9. Über diese Verhältnisse läfst sich nur so viel sagen, dafs sie innerhalb sehr weiter Extreme liegen. So verträgt z. B. der Kampferbaum trotz tropischen oder besser subtropischen Charakters alljährlich 80—90 Frostnächte, in denen die Temperatur unter —9° Cels. sinkt.
10. 11. und ebenso 12. und 13. entziehen sich gleichfalls exakter Beschreibung.
14. Besondere Bemerkungen. Da die Kultur von Kampferbäumen weder Kosten noch Arbeit verursacht und der Ertrag derselben recht wertvoll ist, so mag eine gelegentliche Anpflanzung Berücksichtigung finden. Südwestafrika mag an der Küste dazu vielleicht die beste Grundlage bieten.

h. Palmenfrüchte.

XLIV. 1. **Cocospalme.**

2. Cocos nucifera L.
3. Zahl der Spielarten angeblich über 100. Besondere Beachtung verdienen folgende: Tanjore, Oora, Jaffna, die holländische, die portugiesische etc. Farbe und Form machen vornehmlich die grofse Reihe von Spielarten.
4. Ursprüngliche Heimat ist zweifelhaft.
   Kulturländer: vornehmlich Ceylon, Indien, Nordbrasilien, Neu-Granada, Trinidad und die Südsee-Inseln.
5. Vegetationsdauer. Die Cocospalme beginnt bei guter Pflege im 8. Jahre nach der Auspflanzung zu

tragen, bei schlechter Pflege und ungünstigeren Verhältnissen erst im 20. Jahre und noch später; sie liefert während des ganzen Jahres, besonders jedoch in der heifsen Zeit, Früchte, welche zumeist 12 Monate nach Beendigung der Blüte reif sind, und verliert mit dem ca. 60. Jahre ihre volle Tragkraft, bis dieselbe mit dem ca. 90. Jahre vollständig erlischt.

6. Temperaturbedürfnis. Die Cocospalme beansprucht eine mittlere Jahrestemperatur von mindestens 22° Cels., wo dieselbe fehlt, ist die Kultur nicht konkurrenzfähig. Die niedrigste erträgliche Temperatur dürfte 10° Cels. sein, die höchste ist bei hinreichender Feuchtigkeit unbegrenzt.
7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Die Cocospalme ist eine Lichtpflanze II.—I. Grades. Ganzschatten verträgt sie überhaupt nicht, und im Halbschatten geht die Ernte quantitativ wie qualitativ auf ein Geringes zurück.
8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis. Beides ist grofs bei der Cocospalme. Sie gedeiht nur in der Nähe des Meeres, das ihr aufser einer grofsen Menge Feuchtigkeit auch Salzluft in den Seebrisen bieten mufs. Daneben beansprucht sie entweder Bewässerung oder, ist solche nicht zu bewerkstelligen, Niederschlagsmengen von nicht unter 1200 mm pro Jahr.
9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Die Cocospalme gedeiht überall aufser auf felsigem Boden oder trockenem Sandboden oder Sumpfboden mit stagnierender Nässe. Vorzüglich eignen sich Schwemmböden mit womöglich schwachem Alkali-Gehalte.
10. Chemische Analyse

	einer unreifen Frucht	einer reifen Frucht	der Samenschale	ungefähres Mittel
Wasser	90,1 %	46,6 %	4,8— 6,5 %	5,8 %
Rohfaser	1,0 -	2,9 -	3,0— 4,0 -	4,0 -
Stickstoffsubstanz	2,7 -	5,5 -	7,4—10,2 -	8,9 -
Rohfett	2,8 -	35,9 -	64,5—68,8 -	67,0 -
Stickstofffreie Extraktstoffe	2,2 -	8,1 -	11,5—26,5 -	12,5 -
Asche	1,2 -	1,0 -	1,5— 2,8 -	1,8 -
	100,0	100,0 -		100,0

Eine Aschenanalyse ergab folgendes Resultat:

	Cocosnufs-Milch	Cocosnufs-Kern
CaO	3,7 %	4,6 %
MgO	6,6 -	9,4 -
P_2O_5	20,5 -	17,0 -
K_2O	55,2 -	43,9 -
Na_2O	0,7 -	8,4 -
Fe_2O_3	? -	? -
Cl	10,4 -	13,4 -
SO_3	5,2 -	5,1 -
SiO_2	—	0,5 -
	102,3 (!)	102,3 (!)

11. Das Nährstoffbedürfnis der Cocospalme wird vorzüglich durch Bewässerung befriedigt. Wo diese fehlt, bietet Holzasche ein gut wirkendes Düngemittel. Welcher Nährstoffe die Cocospalme speciell bedürftig ist, dürfte noch nicht feststehen. Aufser Kali und Phosphorsäure, auch etwa Stickstoff, dürfte jedoch kein anderer Nährstoff in Frage kommen.

12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen. Dieselben sind gering, sobald die Kulturen ein Alter von einigen Jahren erreicht haben.

13. Tierische und pflanzliche Feinde. Am meisten pflegen zu schaden Ratten, welche in die Wipfel der Bäume klettern, Termiten, der fliegende Fuchs, das fliegende Eichhörnchen, Rhinozeroskäfer, Rüsselkäfer und noch manche andere Arten von Insekten, Käfern und Maden.

14. Besondere Bemerkungen. Die Cocospalme liefert die mannigfachsten nutzbaren Produkte: Faserstoffe (Coir), Schalen; die Frucht, wenn sie aus Toddy (= flüssiger Inhalt) besteht: Milch, Wein (gegorene Milch), Essig, Sirup, Zucker, Arrak (destillierte Milch), wenn sie aus dem festen Kern besteht: Copra und Öl. Das Öl wird jetzt immer mehr erst in Europa ausgeprefst, da die Copra sich bequemer transportieren läfst als das Öl.

Das Nebenprodukt: der Cocosnufskuchen besitzt folgende Zusammensetzung:

		Ungefähres Mittel
Wasser	6,0—12,1 %	9,4 %
Rohfaser	6,9—21,1 -	14,2 -
Fettsubstanz	6,9—22,7 -	13,2 -
Proteinsubstanz	16,3—37,2 -	20,6 -
Stickstofffreie Extraktstoffe	28,4—47,4 -	37,4 -
Asche	—	5,2 -
		100,0

Die Asche des Cocosnufskuchens hat folgende Zusammensetzung:

CaO	4,7 %
MgO	2,9 -
PO_5	27,0 -
K_2O	40,6 -
Na_2O	2,3 -
Fe_2O_3	3,5 -
Cl	13,4 -
SO_3	3,8 -
SiO_2	3,4 -
	101,6

Das Holz der Cocospalme ist schliefslich ein gutes Bau- und Tischlerholz, das eine schöne Politur annimmt.

XLV. 1. **Dattelpalme.**

2. Phoenix dactylifera L.
3. Zahl der Spielarten beträgt etwa 100. Die Grundfarbe der Früchte ist braun, rot und gelb (mit vielen Schattierungen).
4. Ursprüngliche Heimat: Nordafrika und Südwestasien.

   Kulturländer: vornehmlich der nördliche Wüstenrand der Sahara und diese selbst, sowie Marokko und Ägypten, ferner Mesopotamien und ganz Südwestasien, neuerdings auch Californien.
5. Vegetationsdauer. Die Dattelpalme beginnt im ca. 7. Jahre zu tragen, erreicht ihre volle Tragfähigkeit im ca. 20. Jahre, behält dieselbe bis zum ca. 75. Jahre und pflegt nach dem ca. 100. Jahre abzusterben. Die Ernte findet alljährlich einmal statt und drängt sich auf eine kurze Zeit zusammen.
6. Temperaturbedürfnis. Die Dattelpalme beansprucht eine mittlere Jahrestemperatur von nicht unter

17—18° Cels. Die niedrigste erträgliche Temperatur ist —5° Cels., doch darf dieselbe nur vorübergehend eintreten, wenn weder Blüte noch Früchte vorhanden; die höchste zulässige Temperatur: zu heifs und lufttrocken kann es der Kultur niemals werden. Ein orientalisches Sprichwort lautet: Die Dattelpalme will ihr Haupt in Feuer baden (und ihre Wurzel in Wasser).

7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Die Dattelpalme ist eine Lichtpflanze I. Grades wie keine andere Kulturpflanze. Schatten verträgt sie niemals.

8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis. Die Dattelpalme beansprucht ein trockenes Klima. Ein Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre von 50—60 im Jahresmittel sagt ihr am meisten zu. Sie verlangt weniger Niederschläge als künstliche Bewässerung oder zeitweise Wasserspeisung durch unterirdische Gewässer bezw. Grundwässer. Wo letztere nicht ausreicht, kann nur durch künstliche Bewässerung eine Kultur erzwungen werden. Niederschläge sind mehr oder minder irrelevant für dieselbe.

9. Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Sumpfiger und felsiger Boden ist von der Dattelkultur auszuschliefsen. Am besten entspricht derselben sandig lehmiger Boden mit reichlichem Kalkgehalt und reichlichem (nicht überreichem) Alkaligehalt.

10. Chemische Analyse.

Im Durchschnitt besitzen die Datteln folgende Zusammensetzung:

Wasser	20,8 %
Rohfaser	5,5 -
Stickstoffsubstanz	6,6 -
Zucker	54,0 -
Pektose und Gummi	11,3 -
Fettsubstanz	0,2 -
Asche	1,6 -
	100,0

Eine Aschenanalyse ist mir nicht zugänglich geworden.

11. Das Nährstoffbedürfnis ist im speciellen nicht bekannt. Man pflegt Kompost zu verwenden. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dafs die Wasser für die Bewässerung in Wüstendistrikten meistens reich an Kali, Natron, Kalk und Phosphorsäure sind, wie ich im ersten Kapitel durch Analysen dargethan.
12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen. Dieselben sind 'gering, sobald die Kulturen eingerichtet. Die Bewässerung erfordert jedoch gewissenhafte Aufmerksamkeit. Da die Bäume männlich und weiblich sind, mufs auch der Bestäubung besondere Aufmerksamkeit zugewandt werden.
13. Tierische und pflanzliche Feinde. Dieselben sind denen ähnlich, welche bei der Cocospalme namhaft gemacht sind.
14. Besondere Bemerkungen. Die Dattelpalme ist die ausgesprochene Wüstenpflanze, ohne sie ist die Bewohnbarkeit der Wüsten kaum denkbar. Nichtsdestoweniger ist sie eine hochwichtige Kulturpflanze auch in Rücksicht auf Export und internationalen Handel.

    Aufser der Frucht liefert sie folgende wertvolle Produkte: Faserstoff für Taue und zum Polstern. Flechtmaterial für Matten, Körbe und Stühle und schliefslich ein ausgezeichnetes Holz.

    Vielleicht findet die Dattelpalme im Norden unseres südwestafrikanischen Besitzes ein ihr zusagendes Anbaugebiet.

XLVI. 1. **Wilde indische Dattelpalme.**
wird ausschliefslich des zuckerhaltigen Saftes wegen kultiviert, vergl. b. VII.
2. Phoenix silvestris Roxburgh.
3. Zahl der Spielarten nicht sicher bekannt.
4. Ursprüngliche Heimat: Indien.
Kulturländer: vornehmlich Bengalen.
5. Vegetationsdauer: Nach Ablauf des 5. Jahres der Pflanzung liefert die Palme zuerst Saft, im ca. 50. Jahre pflegt sie ertragsunfähig zu werden.
6. 7. 8. Diese Verhältnisse sind noch ungenügend bekannt. Ähnlich der Phoenix dactylifera beansprucht

Phoenix silvestris auch viel Licht, so dafs sie als Lichtpflanze fast I. Grades gelten mag.

9. Die Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens sind bescheiden. Zu vermeiden ist bei Anlage einer Kultur sumpfiger und schwerer, nasser Schwemmboden.
10. 11. entzieht sich der Aufführung.
12. Die betriebswirtschaftlichen Anforderungen sind ähnlich denen der Cocospalme.
13. Unter den tierischen und pflanzlichen Feinden wird namentlich eine Made (?) genannt, welche die Herzblätter des Baumes anfrifst.
14. Besondere Bemerkungen: Für die Zuckerproduktion in Rücksicht auf den Export hat dieses Gewächs nur eine untergeordnete Bedeutung, aber lokalen Bedürfnissen ist es im stande, sehr wohl Rechnung zu tragen.

XLVII. 1. **Gomutipalme** oder Sagwirepalme.
2. Arenga saccharifera La Billardière, Gomutus saccharifera Borassus Gomutus, Saguerus Rumphii.
3. Zahl der Spielarten nicht bekannt.
4. Ursprüngliche Heimat: malayische Inselgruppe. Kulturländer: die Heimatländer.
5. Vegetationsdauer. Mit dem 10. Jahre pflegt die Gomutipalme ertragsfähig zu werden; die Dauer der Nutzung ist wechselnd.
6. 7. 8. 9. 10. 11. Über diese Verhältnisse herrscht wenig Klarheit, ebenso sind auch diejenigen bezüglich
12. und 13. mehr oder minder unbekannt.
14. Die Palme liefert aufser dem zuckerhaltigen Safte noch Faserstoff aus den Blättern und eine Art Coir, von den Malayen Eju genannt.

XLVIII. 1. **Sagopalme.**
2. Sagus Rumphii Willd. oder Metroxylon Rumphii Mart. Falsche Sagopalmen, welche zwar auch Sago liefern, sind Cycas revoluta (Japan) und Caryota urens (Indien).
3. Zahl der Spielarten unbekannt.
4. Ursprüngliche Heimat: Südasiatische Inseln. Kulturländer: ebendaselbst.
5. Vegetationsdauer. Die Palme stirbt in natürlichem Zustande im 20. bis 30. Jahre ab, einige Jahre nach-

her, nachdem sie geblüht und Frucht geliefert hat. Wird sie genutzt, so mufs sie ungefähr um die Mitte der Reifezeit der Frucht gefällt werden, da das Mark um diese Zeit am wertvollsten.

6. 7. 8. Diese Verhältnisse entziehen sich bis jetzt noch sicherer Beurteilung. Nur das eine mufs hervorgehoben werden, dafs die Sagopalme ähnlich dem Reis am besten im stande ist, sumpfiges und ohne Entwässerungsanlagen wertloses Terrain auszunutzen.

9. Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Die Sagopalme gedeiht am besten auf Sumpfland. Trockenes Land sagt ihr nicht zu.

10. Chemische Analyse des Sagomehls:

		ungefähres Mittel
Wasser	16,1—18,8 %	17,5 %
Rohfaser	—	—
Stickstoffsubstanz	2,5— 3,8 -	3,0 -
Stärke	78,1—79,9 -	79,0 -
Fettsubstanz	—	—
Asche	0,2— 0,9 -	0,5 -
		100,0

11. Das Nährstoffbedürfnis der Sagopalme ist vollständig unbekannt.

12. Die betriebswirtschaftlichen Anforderungen sind relativ gering. Die Art der Kultur der Sagopalme, wie sie heute betrieben wird, ist recht roh und nur als Halbkultur zu bezeichnen.

13. Tierische und pflanzliche Feinde scheinen nicht von Bedeutung zu sein.

14. Besondere Bemerkungen. Aufser dem Sagomehl liefert die Pflanze noch verschiedene andere wertvolle Produkte: Faserstoff, Wollstoff und Perlen (Kerne).

XLIX. 1. **Ölpalme.**

2. Elaeis guineensis L. und Elaeis melanococca.

3. Zahl der Spielarten nicht bekannt, unterschieden werden bis jetzt in Guinea 4 Spielarten: die königliche, weifse, rote und schwarze Ölpalme.

4. Ursprüngliche Heimat: für die erstere wichtigere Palme gilt Westafrika, für die letztere, welche kaum in Betracht kommt, Südamerika als Heimat.

Kulturländer: Diese Palmenart ist noch nirgend in Kultur genommen, die Früchte werden von dem wildwachsenden Baume gepflückt. Im Folgenden wird nur Elaeis guineensis berücksichtigt.

5. Vegetationsdauer. Die Tragfähigkeit der Palme beginnt mit dem ca 7. Jahre und dauert bis zum ca. 40. An Ernten werden alljährlich ca. 4 von dem Baume entnommen, welche das Palmöl und die Palmkerne liefern.
6. Temperaturbedürfnis. Die Ölpalme beansprucht eine mittlere Jahrestemperatur von nicht unter 25° Cels., die niedrigste erträgliche Temperatur scheint bei 15° Cels. zu liegen. Die höchste zulässige Temperatur ist noch unsicher.
7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Die Ölpalme liebt nicht den Sonnenstrahlen beständig ausgesetzt zu sein. Schatten verträgt sie sehr wohl. Sie ist als Lichtpflanze etwa IV. Grades anzusprechen.
8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis. Die Ölpalme beansprucht hohen Feuchtigkeitsgehalt der Luft, weshalb sie am besten im Küstenklima gedeiht, und ebenso reichlichen Feuchtigkeitsgehalt des Bodens (die amerikanische Ölpalme liebt sogar sumpfigen Boden). Als mindeste zulässige Menge meteorischer Niederschläge ist pro Jahr etwa 1200 mm im Küstengebiete anzunehmen.
9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Die Ölpalme beansprucht vornehmlich einen stets vorhandenen Feuchtigkeitsgehalt des Bodens.
10. Chemische Analyse:

	der Palmkerne		der Palmkuchen	
		ungefähres Mittel		ungefähres Mittel
Wasser	6,1— 9,5 %	8,4 %	6,7—14,4 %	10,5 %
Rohfaser	5,4— 6,5 -	5,8 -	9,9—30,7 -	17,4 -
Fettsubstanz	45,4—53,8 -	48,8 -	5,1—29,3 -	12,0 -
Proteinsubstanz	7,9— 8,8 -	8,4 -	10,7—24,7 -	16,9 -
Stickstofffreie Extraktstoffe	26,8—30,5 -	26,9 -	17,9—52,0 -	39,0 -
Asche	1,6— 1,9 -	1,7 -	—	4,2 -
		100,0		100,0

Eine Aschenanalyse der Palmkerne ist mir nicht zugänglich gewesen, die Palmölkuchen haben folgenden Aschengehalt:

CaO	11,9 %
MgO	17,3 -
P_2O_5	42,3 -
K_2O	19,2 -
Na_2O.	0,7 -
Fe_2O_3	3,5 -
Cl	— -
SO_3	2,0 -
SiO_2	3,1 -
	100,0

11. Das Nährstoffbedürfnis der Ölpalme ist unbekannt.
12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen. Dieselben würden etwa denen der Cocospalme gleichen, wenn die Ölpalme in Kultur genommen wird.
13. Tierische und pflanzliche Feinde sind nicht besonders beachtenswert.
14. Besondere Bemerkungen. Die Rentabilität einer rationellen Kultur der Ölpalme ist z. Z. noch sehr fraglich. In einer spätern Zeit wird indessen diese Pflanze vielleicht eine der wichtigsten Kulturpflanzen Westafrikas werden.

L. 1. **Wachspalme** (oder Carnauvapalme).
2. Copernicia cerifera Mart. und Ceroxylon andicola HBK., erstere die wichtigere, letztere ohne Bedeutung.
3. Zahl der Spielarten unbekannt.
4. Ursprüngliche Heimat der Copernicia cerifera: Nordbrasilien, der Ceroxylon andicola: das Andengebirge.

   Kulturländer sind die Heimatsländer, eine plantagenmäfsige Kultur ist jedoch nicht vorhanden.
5. Vegetationsdauer. Das Pflanzenwachs der brasilianischen Wachspalme wird alljährlich in den 6 Monaten der Trockenzeit gewonnen. Das Alter des Baumes ist mir nicht bekannt geworden.
6. Temperaturbedürfnis. Die brasilianische Wachspalme liebt eine hohe Temperatur, vermutlich nicht

unter 25° im Jahresmittel. Näheres ist mir nicht bekannt geworden.

7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Die brasilianische Wachspalme scheint mir eine Lichtpflanze I. Grades zu sein.

8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis. Die Wachspalme scheint eine konstante Trockenperiode von nicht unter 6 Monaten zu beanspruchen. In der Regenzeit dürfen die Niederschläge nicht zu spärlich ausfallen.

9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Die Wachspalme scheint vornehmlich trockenen und durchlässigen Boden zu lieben.

10. 11. 12. 13. Diese Verhältnisse entziehen sich sicheren Angaben.

14. Besondere Bemerkungen. Aufser Wachs liefert die brasilianische Wachspalme noch manche andere wertvolle Stoffe, namentlich Faserstoff und Bauholz, sowie Dachbedeckungsmaterial.

LI. 1. **Rattangpalme** oder Rotangpalme.

2. Calamus Rotang L., verschiedene Arten sind z. B. C. niger (Westafrika), C. Scipionum (Cochinchina), C. Royleanus (Indien).

Diese Palmenart, ein Schlinggewächs, welches das sogenannte spanische Rohr liefert, ist wohl niemals in Kultur zu nehmen. Dennoch ist das Produkt von grofser Handelsbedeutung. Es verdient besonders darauf aufmerksam gemacht zu werden, dafs an der Bucht von Biafra Calamus dreifach vertreten ist durch: Oncocalamus, Ancistrophyllum und Eremaspatha.

LII. Verschiedene nützliche Palmen, welche wenigstens aufgezählt zu werden verdienen.

α. **Palmyrapalme** (Borassus flabelliformis L.), vornehmlich auf den indischen und malayischen Inseln kultiviert, liefert Frucht, Flechtwerk, Papiermaterial und vornehmlich zuckerreichen Saft (Toddy), sowie vorzügliches Bau- und Politurholz. Diese Palme ist ihrer Vielseitigkeit wegen aufserordentlich geschätzt.

β. **Betelnufspalme, Arecapalme** (Areca catechu L.), wird vornehmlich in Indien der Cocospalme ähnlich kultiviert, liefert die als Reizmittel oder zu Zahnpulver gemahlene oder zu Drechslerarbeiten benutzte bekannte Betelnufs.

γ. **Elfenbeinpalme** (Phytelephas macrocarpa R. u. P.), ist ausschliefslich in Südamerika auf einem kleinen Raum heimisch, noch nicht in Kultur genommen, liefert die bekannten Steinnüsse, auch „vegetabilisches Elfenbein" genannt.

δ. **Weinpalme** (Raphia vinifera), ist ausschliefslich auf Westafrika beschränkt, noch nicht in Kultur genommen, liefert wie viele andere Palmen ein weinartiges Getränk, aufserdem wertvolle Blätter, welche zu Tauen, Säcken etc. verarbeitet werden, und lange und feste Wedelrippen, welche beim Bau der Hütten Verwendung finden.

ε. **Piasavapalme** (Attalea funifera Mart.), ist ausschliefslich auf Süd- und Centralamerika beschränkt und noch nicht in Kultur genommen, liefert Samen zu Drechslerarbeiten und die bekannten Fasern.

ζ. **Muritipalme** (Mauritia flexuosa L.), heimisch in Amerika, aber noch nicht in Kultur genommen, ist eine der schönsten Palmen der Welt. Sie liefert Frucht, Sago, Öl, weinartigen Saft und aufserordentlich grofse Fächerwedel, welche zu den verschiedensten Dingen genutzt werden, aufserdem Bauholz.

η. **Daumpalme** (Hyphaene crinita Gaertner, oder H. thebaica), heimisch in Äquatorialafrika, liefert Früchte und Mark (sogenanntes Ingwerbrot) zur Nahrung, ferner Flechtzeug und in den harten Samenkörnern Perlen für Betkränze.

Die Zahl der nutzbaren Palmenarten liefse sich noch aufserordentlich vermehren; es giebt kaum ein Gewächs der Erde, welches so vielseitige Nutzung gewährt, wie die Palme. Ich sehe indessen davon ab, die ganze Reihe der Nutzpalmen hier aufzuführen, welche übrigens wissenschaftlich noch nicht einmal allgemein erforscht ist.

B. Pflanzen, welche Handels- und Industrieprodukte liefern.

a. Rinden- und Korkstoffe.

LIII. 1. **Kork,**

Rinde von

2. Quercus suber L.
3. Zahl der Spielarten nicht sicher bekannt.
4. Ursprüngliche Heimat: Nordafrika und Südspanien.

   Kulturländer: vornehmlich Spanien, Italien, Südfrankreich, dann Algier, Californien (und Virginien).
5. Vegetationsdauer. Die Korkeiche wächst bis zu ihrem 150. und 200. Jahre. Sie liefert im ca. 20. Jahre die erste Rinde und alsdann nach je 7—12—18 Jahren eine Stammernte, also während ihrer Lebensdauer etwa 15—10 Ernten. Die Äste bedürfen längerer Zeit, um eine Ernte zu produzieren, als der Stamm.
6. Temperaturbedürfnis. Die mittlere Jahrestemperatur darf nicht weniger als 13° Cels. betragen. Die niedrigste erträgliche Temperatur scheint mir bei — 10° Cels. zu liegen, die höchste zulässige bei etwa 40° Cels. (auch wohl 45°).
7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Die Korkeiche beansprucht, um eine gute Rinde zu liefern, nicht zu engen Stand und ist als eine Lichtpflanze III. Grades anzusprechen.
8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis. Beides scheint gering zu sein. Niederschlagsmengen von 400—500 mm pro Jahr dürften bereits genügen.
9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Sumpfigen oder brackigen Boden verträgt die Korkeiche nicht, ebensowenig einen solchen mit hohem Kalkgehalt. Verwitterungsprodukt von Granit oder Schiefer sagt ihr am meisten zu.
10. und 11. Chemische Analyse und Nährstoffbedürfnis sind mir nicht bekannt geworden.
12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen. Dieselben sind aufserordentlich gering, sobald die Pflanzung ein Alter von etwa 5 Jahren erreicht hat;

bis dahin ist sie sorgsamst zu schützen (Schatten) und rein zu halten.

13. Tierische und pflanzliche Feinde. Unter diesen sind Raupen (?) die gefürchtetsten.
14. Besondere Bemerkungen. Die Korkprodukte der Korkeichen verdienen um so mehr Beachtung, als die Nachfrage eine ständig wachsende und die Produktion in den romanischen Ländern eine wenig rationelle ist, welche auf die Dauer die Nachfrage kaum befriedigen wird.

LIV. 1. **Chinchonarinde,** abgekürzt Chinarinde, auch Peru- und Jesuitenrinde genannt.

2. Chinchona ist der Gattungsname der Bäume, welche diese Rinde liefern. 12 Arten, teils wild wachsend, teils in Kultur genommen, sind vornehmlich bekannt. Unter letzteren verdienen den Vorzug: Chinchona officinalis L. Ch. calisaya Ruiz u. Pavon, Ch. succirubra Pavon, Ch. Legderiana Moens und Ch. robusta.
3. Die Zahl der Spielarten der einzelnen Arten scheint gering zu sein. Ch. pitayensis ist eine Spielart von Ch. officinalis.
4. Ursprüngliche Heimat: die Westseite der Anden zwischen 10.° N. Br. und 22.° S. Br.

   Kulturländer: Peru, Ecuador, Columbia, wo fast ausschliefslich wilde Bäume des Waldes genutzt und gefällt werden und die Produkte alljährlich zurückgehen. In Kultur ist der Baum genommen in Ceylon, Java, Sierra Leone und Indien, und hier werden heute die gröfsten Mengen Rinde gewonnen.
5. Vegetationsdauer. In Kultur genommen liefert der Chinchonabaum im 5.—6. Jahre die erste Ernte. Vom 8. Jahre hat die Rinde den höchsten und sich alsdann gleichbleibenden Chiningehalt. Das Alter, bis zu welchem der Baum produktionsfähig verbleibt, ist noch nicht sicher festgestellt. Bei sorgfältiger Kultur liefert er alljährlich eine Ernte.
6. Temperaturbedürfnis. Die mittlere Jahrestemperatur der meisten Arten darf vermutlich nicht unter 14—15° Cels. sinken, am günstigsten scheint eine solche von 18° Cels. zu sein. Die niedrigste erträgliche Temperatur beträgt 0°, das zulässige Maximum der Temperatur etwa 32° Cels. Ch. pitayensis ist am

klimahärtesten. Fast jede Art hat ihr besonderes Temperaturbedürfnis, welches innerhalb der genannten Grenzen liegt.

7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Der Chinchonabaum ist eine Waldpflanze, welche in ihrer Heimat (Westseite der Anden) die frühe Morgensonne mehr oder minder entbehrt. Er liebt den Halbschatten des Waldes und scheint mir eine Lichtpflanze VI. Grades zu sein. Abwehr des Sonnenlichtes erhöht den Chiningehalt.

8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis. Der Chinchonabaum liebt hohen Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre und gedeiht am besten in schattigen Gebirgen, an welchen die Wolken sich brechen. Er beansprucht in minimo Niederschlagsmengen von 1700 mm pro Jahr, möglichst gleichmäfsig über dasselbe verteilt.

9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Am meisten sagt dem Chinchonabaum ein durchlässiger Verwitterungsboden zu mit womöglich steiler Lage, welche das Abfliefsen der Regenwässer beschleunigt.

10. Chemische Analyse. Das Wertvolle der Chinchonarinde liegt in ihrem Gehalt an:

Chinin, schwankend zwischen 0—12 %, im Mittel ca. 3½ Prozent bei wilden Rinden, ca. 8 Prozent bei Kulturrinden.
Chinchonidin im Mittel ca. 2,0 % (?)
Chinchonin - - - 3,0 - (?)
und Chinidin - - - 1,5 - (?)

Chinchona calisaya scheint die chininreichste Rinde zu liefern (mit ca 10—12 % Chinin).

11. Das Nährstoffbedürfnis des Baumes ist nicht bekannt, vermutlich bieten ihm die Niederschlagsmengen genügende Stickstoffgaben und das Verwitterungsprodukt von Eruptivgestein reichliche Mengen anorganischer Stoffe.

12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen. Dieselben sind in Rücksicht auf die Kulturen gering, sobald die ersten Jahre überstanden; in Rücksicht auf die Ernte ist Sorgfalt beim Schälen und Verbinden des Baumes erforderlich. Es scheint, als wende man sich neuerdings einer Ernteart zu, welche der des Zimmets gleich ist.

13. Tierische und pflanzliche Feinde sind nicht bekannt.
14. Besondere Bemerkungen. Es giebt noch eine grofse Reihe wildwachsender und einiger recht frostharter Bäume, welche die genannten Alkaloide liefern, obgleich sie nicht zur Gattung Chinchona gehören. Von einer Aufzählung derselben will ich jedoch absehen. — Der Chinchonabaum ist eine echte Gebirgspflanze. Im niederen Küstenklima will er nicht gedeihen, am besten sagt ihm eine Höhe von 1000 bis 2000 m über dem Meere zu. Die Kulturen beanspruchen windgeschützte Lage.

LV. 1. **Mimosarinde, Wattlerrinde,**

die zum Gerben verwandte Rinde vornehmlich von folgenden Gerberakazien:

2. Acacia decurrens Willdenow und Acacia pycnantha Bentham.
3. Die Zahl der Spielarten von Acacia decurrens ist 2 (wenigstens soweit bekannt): A. decurrens molissima und A. decurrens dealbata, die schwarze und die silberne Akazie, während A. pycnantha die goldene Akazie genannt wird; am wertvollsten sind die schwarze und die goldene Akazie.
4. Ursprüngliche Heimat: Australien.
   Kulturländer: vornehmlich New-South Wales, South-Australia und Tasmania, ferner Indien und Californien.
5. Vegetationsdauer. Die Kulturen haben eine Lebensdauer von ca. 10 Jahren, im 5. beginnt die erste Schälung und gleichzeitige Lichtung des Bestandes.
6. Temperaturbedürfnis. Die Gerberakazien beanspruchen eine mittlere Jahrestemperatur von nicht unter 13° Cels., dabei darf die Temperatur nicht für längere Zeit auf — 5° Cels. fallen. Das Maximum nach oben dürfte unbegrenzt sein.
7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Die Gerberakazie ist eine Wüstenpflanze und dürfte als Lichtpflanze I. Grades anzusprechen sein.
8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis. Beides ist sehr gering. Niederschlagsmengen

von 250 mm pro Jahr genügen bereits auch ohne künstliche Bewässerungsanlage.

9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Sumpfiger, nasser und kalkreicher Boden ist von der Kultur auszuschliefsen; im übrigen stellt die Gerberakazie die bescheidensten Ansprüche an den Boden und ist den Wüstenpflanzen zuzuzählen; sie gedeiht noch ausgezeichnet auf Böden, welche keine Viehweide mehr liefern.

10. Chemische Analyse.

 Der Gerbsäuregehalt der Rinden wechselt zwischen 24 und 45 %. Die lufttrockene Rinde liefert nach einigen Untersuchungen

von der	Goldakazie	41,6—45,0 %	Gerbsäure,
- -	schwarzen Akazie. .	34,0—41,4 -	-
- -	Silberakazie	19,7 %	-

11. Das Nährstoffbedürfnis. Ein solches ist überhaupt nicht zu berücksichtigen, da die Pflanze auf den ärmsten Bodenarten gedeiht. Ein hoher Kalkgehalt des Bodens drückt den Gehalt an Gerbsäure herunter.

12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen. Dieselben sind so gering wie bei keiner anderen Kultur, da die Kulturen aus Samen gezogen und versetzt (vereinzelt) werden. Windschutz durch Anpflanzung von Buxbaum (Pittosporum undulatum) ist angebracht.

13. Tierische und pflanzliche Feinde sind nicht bekannt.

14. Besondere Bemerkungen. Die Gerberakazie dürfte sich ganz vornehmlich zu Kulturen in Südwestafrika eignen.

LVI. 1. **Tanekaharinde,**

 eine Gerberrinde von vornehmlich 3 Arten:

2. Phyllocladus trichomanoides D. Don., Ph. glauca und Ph. alpina.

3. Zahl der Spielarten unbekannt.

4. Ursprüngliche Heimat: Neu-Seeland.

 Kulturländer: Neu-Seeland, jedoch ist der Baum noch nicht in rationelle Kultur genommen.

5. 6. 7. 8. 9. Diese Verhältnisse haben sich bis jetzt exakten Beobachtungen entzogen, so dafs ich nähere Angaben nicht bringen möchte.

10. Chemische Analyse.

Der Gerbsäuregehalt der Tanekaharinde beträgt etwa 28—30 %, doch liefert diese Gerbsäure feinere Fabrikate als jede andere und ist im Handel aufserordentlich geschätzt. Sie besitzt gleichzeitig die Eigenschaft, gelb, rehbraun und fleischrot zu färben.

11. 12. 13. entziehen sich gleichfalls exakten Angaben.

14. Besondere Bemerkungen. In Rücksicht auf die deutschen Kolonieen verdient die Anpflanzung dieses Baumes vielleicht nur in den höheren Lagen des Kamerungebirges Beachtung.

LVII. 1. **Seifenrinde**

von

2. Quillaja saponaria Molina.
3. Zahl der Spielarten unbekannt.
4. Ursprüngliche Heimat: Chili.

Kulturländer: Chili, jedoch ist der Baum noch nicht in rationelle Kultur genommen.

Nähere Angaben sind nicht zu machen mit Ausnahme der Mitteilung, dafs der Gehalt der Rinde an Saponin ca. 17 % beträgt. Kulturversuche sind mit diesem Baume noch nicht vorgenommen, obgleich die Rinde in der Seiden- und Wollwäscherei unentbehrlich sein soll.

Es wäre hier noch eine lange Reihe von Rinden und Wurzeln namhaft zu machen, welche Saponin enthalten. Ich sehe indessen von einer Aufzählung der betreffenden Gewächse ab, da kaum eines derselben der Kultur unterworfen ist.

b. Faserstoffe.

LVIII. 1. **Baumwolle.**

Folgende Arten sind zu unterscheiden:

2. Gossypium arboreum L. } indische
Gossypium herbaceum L. } Baumwolle.
Gossypium hirsutum L. } amerikanische
Gossypium barbadense L. } Baumwolle.
Gossypium sandwichense.
Gossypium tahitense Parlatore.
Gossypium religiosum L. (G. peruvianum, Cavanilles).

3. Die Zahl der Spielarten ist sehr grofs. Zu beachten sind besonders von der amerikanischen Baumwolle: Sea Island, Upland und Nanking, welche wiederum zahllose Unterscheidungen besitzen. Sea Island ist langstapelig, Upland kurzstapelig.
4. Ursprüngliche Heimat: Asien und Amerika. Kulturländer: die Vereinigten Staaten Nordamerikas erzeugen fast $^4/_5$ aller Baumwolle der Welt, dann folgt an Bedeutung vornehmlich Ostindien, ferner Ägypten, Brasilien und Mexiko, in neuester Zeit die Kaukasusländer.
5. Vegetationsdauer. Die in Kultur genommene Baumwollstaude beansprucht eine Vegetationszeit von $4^1/_2$—$5^1/_2$ Monaten je nach Spielart und Klima, im Mittel 5 Monate. Dieselbe wird häufig nicht nur einjährig, sondern auch mehrjährig genutzt, ein Verfahren, welches in frostfreien Gebieten zulässig aber wenig rentabel ist, da die folgenden Ernten qualitativ wie quantitativ zurückgehen.
6. Temperaturbedürfnis. Die indische Baumwolle ist ein wenig klimahärter als die amerikanische. Ich habe bei diesen und den folgenden Angaben stets die letztere im Auge und füge für die erstere die Zahlen in Klammern bei. Die Baumwollstaude beansprucht während der Vegetationszeit eine mittlere Temperatur von über 18° ($17^1/_2$°) Cels. Die niedrigste erträgliche Temperatur darf nicht auf 0° (0°) sinken, nach oben ist keine Grenze bekannt.
7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis Die Baumwollstaude beansprucht viel Licht und ist als eine Lichtpflanze II.—I. Grades anzusprechen. Schatten verträgt sie nicht.
8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis. Die Baumwollstaude beansprucht einen hohen Feuchtigkeitsgehalt der Luft und und weniger viele Niederschläge als grofse Taumengen. Starke Niederschläge sind überhaupt nicht erwünscht, weder in der ersten Vegetationszeit noch später. Treffen sie gegen die Zeit der Ernte ein, so können sie aufserordentlichen Schaden anrichten. Milde, gut verteilte und mit Sonnenschein abwechselnde Niederschläge sind zu Beginn der Vegetationszeit bis

zu Beginn der Blütezeit sehr vorteilhaft, indessen kann künstliche Bewässerung dieselben vollständig ersetzen. Wo dieselbe fehlt, mufs der Niederschlag in den drei ersten Monaten der Vegetation mindestens 75 mm (75 mm) pro Monat betragen, später kann er durch Taufall vollständig ersetzt werden.

9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Die Grundbedingung der Baumwollstaudenkultur ist, dafs der Boden bei vollkommener Durchlässigkeit dauernd feucht ist. Grofse Feuchtigkeitsmengen in der Oberkrume und im Untergrunde sind ebenso bedenklich für die Kultur wie Trocknis im Boden. Da die Baumwollstaude eine Pfahlwurzel von über 1,0 m (bis 0,5 m) Tiefe treibt, so beansprucht sie auch einen tiefgründigen Boden. Alluviale, diluviale und felsfreie eluviale Böden sagen ihr wegen der Tiefe des Bodens und Feinheit des Bodenmaterials am meisten zu. Steife Thonböden, saure Humusböden verträgt sie nicht.

10. Chemische Analyse.

Die Asche einer langstapeligen Baumwollstaude von Honcock County, Mississipi, (a) und einer solchen von St. Simonds-Island, Georgia, (b) setzte sich folgend zusammen:

		Stengel		Blätter		Faser		Samen	
		a.	b.	a.	b.	a.	b.	a.	b.
	Reinasche %	1.81	?	7,9	?	1,2	1.03	4.0	3.6
% der Reinasche	CaO	32,3	37,2	34,3	34,8	23,0	17,5	4,6	4,8
	MgO	5,7	1,0	0,9	1,8	1,7	6,2	19,7	16,7
	P_2O_5	14,1	20,9	13,2	24,3	15,1	15,9	26,6	31,3
	K_2O	14,7	20,0	16,6	14.4	31,2	27,1	30,9	36,8
	Na_2O	17,3	9.2	9,0	8,9	8,5	18,4	11,2	8,6
	Fe_2O_3	4,8	?	3,2	?	?	?	?	?
	Cl	3,1	1,0	10,5	3,3	9,6	2,9	1,1	1,1
	SO_3	2,1	2,5	5,0	6,3	7,2	5,3	2,2	0,3
	SiO_2	5,9	2,2	7,3	6,0	2,1	5,8	0,4	0,3
		100,0	94,0	100,0	99,8	98,4	99,1	96,7	99,9

Kurzstapelige Baumwollstauden von Südkarolina (a) und von Jackson am Mississippi (b) hatten folgenden Aschengehalt bezw. folgende Zusammensetzung der Asche:

		Faser a.	Faser b.	Samen a.	Samen b.
	Reinasche %	1,1	—	3,8	2,7
% der Reinasche	CaO	9,8	—	3,0	4,2
	MgO	2,3	—	20,0	18,6
	P_2O_5	5,3	—	28,1	28,3
	K_2O	40,5	—	34,5	27,0
	Na_2O	19,6	—	10,6	18,4
	Fe_2O_3	?	—	?	?
	Cl	10,1	—	1,3	1,0
	SO_3	7,2	—	2,3	0,9
	SiO_2	1,4	—	0,2	1,0
		96,2		100,0	99,4

Bezüglich der chemischen Analyse des Samens vergl. XXXIX, Baumwollsamen, S. 370.

11. Das Nährstoffbedürfnis der Baumwollstaude erstreckt sich in Bezug auf anorganische Stoffe vornehmlich auf Phosphorsäure und Kali. In Rücksicht vor allem auf die in Anbetracht der Pflanzenmasse kurze Vegetationsperiode ist auch Stickstoffgabe durchaus erforderlich.
12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen. Die Baumwollkultur erfordert sowohl in Rücksicht auf die Ackerkultur wie die Behandlung der Pflanze die denkbar gröfste Sorgfalt und beständige Aufmerksamkeit gleich der, welche in Deutschland die Rübenkultur beansprucht. Maschinen können in ausgedehntester Weise dabei angewandt werden.
13. Tierische und pflanzliche Feinde. Am gefürchtetsten und gefährlichsten ist die Baumwollraupe, Aletia xylina, welche die Kultur der Staude geradezu in Frage stellen kann. Nicht minder gefährlich ist die Kapselraupe, Heliothis armigera. Zur Bekämpfung dieser Feinde wendet man Gifte in flüssiger oder auch Pulverform an. Parasitär sind Mehltau und Rost gefürchtet.
14. Besondere Bemerkungen. Eine rationelle Baumwollstauden-Kultur setzt eine rationell betriebene und betriebswirtschaftlich hoch und vielseitig entwickelte Wirtschaftsweise voraus; wo die Bedingungen für eine solche fehlen, ist kaum eine Konkurrenz auf dem Weltmarkt, den die amerikanische Baumwollproduktion beherrscht, möglich.

Kulturen, welche heftigen Winden ausgesetzt sind, müssen durch Hecken oder Waldungen geschützt werden. Dieses ist insbesondere dort zu berücksichtigen, wo Kulturen auf flachem Lande eingerichtet werden sollen.

Der Baumwolle ähnliche Faserstoffe werden noch von einer gröfseren Reihe von namentlich Baumgewächsen gesammelt. Dieselben sind jedoch selten oder nur lokal in Kultur genommen und können hier übergangen werden.

LIX. 1. **Jute,**

die Faser von

2. Corchorus capsularis L. und Corchorus olitorius L.
3. Zahl der Spielarten. Jede der beiden Arten besitzt eine weifse und eine rote Spielart. Nach Herkunft und Bearbeitung wird die Jute in viele Sorten geteilt.
4. Ursprüngliche Heimat: Bengalen.
   Kulturländer: vornehmlich Bengalen (4/5 der Produktion), ferner China.
5. Die Vegetationsdauer schwankt um ca. 4 Monate.
6. Temperaturbedürfnis. Die Jutepflanze beansprucht während der Vegetationszeit eine mittlere Temperatur von nicht unter 22° Cels. (?). Über die erträglichen Temperatur-Extreme vermag ich keine sicheren Angaben zu bieten.
7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Die Jutepflanze scheint mir eine Lichtpflanze IV. bis V. Grades zu sein. Enger Stand und mit demselben verbundene Selbstbeschattung fördert die Qualität der Faser.
8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis. Die Jutepflanze beansprucht einen hohen Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre. Auch der Boden mufs einen solchen besitzen; selbst tagelange Überschwemmungen sagen der Pflanze zu. Ein sicheres Mindestmafs der Niederschlagsmengen anzugeben, ist mir nicht möglich. Ich schätze dasselbe auf 150—200 mm pro Monat während der ganzen Vegetationszeit, die mit der Blüte endet.

9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Die Pflanze beansprucht einen tiefgründigen, feinkrümeligen Boden, welcher der Tiefkultur unterworfen sein muſs, um hohe Erträge zu liefern.
10. Eine chemische Analyse ist mir nicht zugänglich geworden.
11. Das Nährstoffbedürfnis wird als vielseitig und hoch hingestellt. Vornehmlich scheint mir Stickstoffgabe die Ernten zu fördern und die Qualität derselben gleichzeitig günstig zu beeinflussen.
12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen. Dieselben sind in Rücksicht auf die Kultur verhältnismäſsig gering.
13. Tierische und pflanzliche Feinde sind angeblich nicht vorhanden.
14. Besondere Bemerkungen. Die Jutepflanze ist eine Tieflandspflanze und findet in flachen Niederungen ihr quantitativ wie qualitativ bestes Gedeihen.

LX. 1. **Ramie,**
ungeschickterweise auch Chinagras genannt, die Faser von:
2. Boehmeria nivea Gaudichaud, B. tenacissima, B. candicans und B. utilis, welche in Kultur genommen sind, sowie von den Wildlingen B. frutescens, B. puya und Urtica heterophylla (die Urtica-Arten, zu welchen auch die gemeine Brennessel gehört, sind stachelig, die Boehmeria-Arten sind es nicht).
3. Zahl der Spielarten. Dieselbe ist nicht genau bekannt. Von vielen werden die genannten Boehmeria-Arten nur als Spielarten angesehen.
4. Ursprüngliche Heimat: Süd- und Südostasien. Kulturländer: vornehmlich malayische Inseln, Indien und China.
5. Vegetationsdauer. Die Ramiepflanze ist in den eigentlichen Tropen eine mehrjährige Kulturpflanze. Sie wird bis 25 Jahre lang auf demselben Felde kultiviert, sie kann jedoch auch als einjährige Pflanze angebaut werden. Wo sie mehrjährig angebaut ist, liefert sie bis zu zwei Ernten im Jahre; im feuchtheiſsen, innern Tropengürtel sogar 5 Ernten in 2 Jahren. In

den Subtropen ist nur auf eine Ernte zu rechnen, die gegen Ende der Blütezeit zu nehmen ist.

6. Temperaturbedürfnis. Die Ramiepflanze beansprucht eine mittlere Jahrestemperatur von mindestens 18° Cels. (?), wo sie als einjährige Pflanze kultiviert wird, eine mittlere Vegetationstemperatur von nicht weniger als 22° Cels. (?). Temperatur von 0° verträgt die Pflanze nicht, weder während der Vegetationszeit noch während der Ruhezeit darf Frost den Wurzelstock erreichen. Die höchste zulässige Temperatur ist unbekannt.
7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Die Ramiepflanze scheint mir eine Lichtpflanze III. Grades zu sein.
8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis. Die Pflanze kann einen hohen Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre entbehren, liebt jedoch einen reichlichen Feuchtigkeitsgehalt des Bodens. Bewässerungsanlagen können die Niederschlagsmengen ersetzen, wenn dieselben nicht ausreichen. Wie hoch in Ermangelung künstlicher Bewässerung in minimo die jährlichen Niederschläge sein müssen, ist mit Sicherheit nicht anzugeben.
9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Die Pflanze beansprucht einen lockern, durchlässigen, womöglich humusreichen Boden. Schwerer Thonboden und nasser, saurer Humusboden sagt ihr nicht zu.
10. Chemische Analyse ist mir nicht zugänglich geworden.
11. Das Nährstoffbedürfnis der Ramiepflanze ist vornehmlich Stickstoff. Welche anorganischen Stoffe speciell der Pflanze zusagen, ist noch nicht sicher festgestellt, vielleicht Kali.
12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen. Dieselben sind relativ gering, sobald die Pflanzung angelegt.
13. Tierische und pflanzliche Feinde sind nicht bekannt.
14. Besondere Bemerkungen. Es fehlt zur Zeit noch an einer gut arbeitenden Entfaserungsmaschine, welche den an sich sehr wertvollen Rohstoff unmittelbar nach der Ernte bearbeitet.

LXI. 1. **Sisalhanf**, Hanfgras, Seidengras, mexikanisches Gras, sind die Faser der Blätter von vornehmlich:

2. Agave Sisalana (und noch 5 anderen Agave-Arten) wie Furcra gigantea bezw. cubensis.
3. Zahl der Spielarten nicht sicher bekannt.
4. Ursprüngliche Heimat: Centralamerika. Kulturländer: ausschliefslich Yucatan.
5. Vegetationsdauer. Die Kulturen können durch Pflege von Schöfslingen, welche etwaige Lücken ersetzen, ein Alter von 50 bis 55 Jahren erreichen, lassen sich 3 mal im Jahre ernten (Blätter). Nach Ablauf des 2. Jahres kann die erste Ernte gewonnen werden.
6. Temperaturbedürfnis. Die mittlere Jahrestemperatur darf vermutlich nicht weniger als 20° Cels. betragen, um eine gute und reichliche Ernte zu erhalten. Nach oben kann die Temperatur nicht zu hoch ansteigen, die Grenze nach unten ist nicht sicher bekannt.
7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Diese Pflanzen sind Lichtpflanzen II. bis I. Grades. Schatten vertragen sie nicht.
8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis. Dasselbe ist aufserordentlich gering. 300 mm Regenfall pro Jahr dürften selbst bei monatelanger Dürre bereits genügen. Über die Anforderung an Luftfeuchtigkeit und Tauniederschlag ist nichts Sicheres bekannt.
9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Es giebt kaum eine Kulturpflanze, welche so anspruchslos an den Boden ist, als die meisten dieser Pflanzenarten; Nässe im Boden können sie jedoch nicht vertragen; am meisten bevorzugen sie felsigen oder sandigen aber kalkreichen Boden.
10. Chemische Analyse ist mir nicht zugänglich geworden.
11. Das Nährstoffbedürfnis ist im speciellen nicht bekannt und dürfte auch bis jetzt kaum eine Berücksichtigung verdienen.
12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen. Dieselben sind in Rücksicht auf die Kultur gering, ebenso auch in Rücksicht auf die Zubereitung der Faser.
13. Tierische und pflanzliche Feinde. Aufser

Vierfüfslern, gegen welche die Kulturen leicht zu schützen sind, schaden namentlich Insekten der Gattung Scarabaeus

14. Besondere Bemerkungen. Der Abfall, welcher bei der Bearbeitung zurückbleibt, dient als Viehfutter. Möglichenfalls eignet sich die Kultur dieser Gewächse für Südwestafrika.

LXII. 1. **Pitahanf,** auch Pitaflachs genannt,
Faser von:

2. Agave americana L., bezw. A. mexicana.
3. Zahl der Spielarten nicht bekannt.
4. Ursprüngliche Heimat: Mexiko.
Kulturländer: Mexiko und Indien.
5. Vegetationsdauer. Die Pitapflanze erreicht ein Alter bis zu 15 Jahren, in den wärmeren Gegenden der halbtropischen Zone jedoch nur bis zu 5 Jahren, dann tritt mit der Entwickelung der Frucht an der hohen Fruchtstaude das Absterben ein. Die Blätter zur Hanffabrikation lassen sich alljährlich mehrere Male ernten. Mit dem ca. 2.—3. Jahre beginnt die erste Ernte.
6. Temperaturbedürfnis. Dasselbe gleicht dem der Agave Sisalana (LXI).
7. 8. 9. Auch in diesen Beziehungen gleicht die Pflanze der vorhergehenden, vielleicht verträgt sie alkalireichen Boden.
10. Chemische Analyse war nicht zu ermitteln.
11. Das Nährstoffbedürfnis ist noch nicht bekannt und wird noch nicht berücksichtigt.
12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen sind denen der A. Sisalana gleich, ebenso
13. die tierischen und pflanzlichen Feinde.
14. Besondere Bemerkungen. Die getrockneten Agaveköpfe — bevor der Blütenstiel aufschiefst — gelten als Nahrungsmittel. Aus ihnen wird auch der mexikanische Branntwein, Mescal genannt, gewonnen. Die Pulque, das mexikanische Nationalgetränk, ist der gegorene Fruchtsaft, welcher sich in den ausgeschnittenen Agaveköpfen angesammelt hat und naturgemäfs der Entwickelung des Blütenstengels und der Frucht dienen sollte.

Die Gesamt-Faserproduktion dieser Agavenart ist nicht sehr grofs, da das Material der Feinheit ermangelt.

LXIII. 1. **Istlefaser,**

auch Tampicofaser, Seidengras und Hondurasgras genannt, von vornehmlich:

2. Bromelia silvestris (= Bromelia pinguin) und Bromelia pigna, für deren Stammart B. silvestris gehalten wird.
3. Zahl der Spielarten ist nicht bekannt.
4. Ursprüngliche Heimat: Centralamerika, Westindien und die malayische Inselgruppe.

Kulturländer: Mexiko, Centralamerika, Westindien, die Straits Settlements, Philippinen, auch Westafrika (?); die Pflanze ist jedoch noch nicht in rationelle Kultur genommen, nur die Wildlinge werden genutzt, eventuell wird ihre Ausbreitung durch Waldrodung begünstigt.

Nähere Angaben über die Kulturbedingungen etc. können nicht gegeben werden. Es mag noch hinzugefügt sein, dafs diese Pflanze in Kultur genommen quantitativ wie qualitativ zu gewissen Hoffnungen berechtigen dürfte.

LXIV. 1. **Manilahanf,**

die Faser von:

2. Musa textilis Nees = Musa silvestris (?) = Musa Balbisiana (?).
3. Zahl der Spielarten nicht bekannt.
4. Ursprüngliche Heimat: Philippinen.

Kulturländer: vornehmlich Philippinen, doch wird dem Manilahanf keine sorgfältige Kultur zu teil, sondern nur eine sehr rohe.

5. 6. 7. 8. 9. In dieser Beziehung gleichen die Verhältnisse dieser Pflanze denen von Musa sapientum und Musa paradisiaca, deren Stammform (Musa troglodytarum) ihr verwandt ist. Vielleicht besitzt sie ein geringeres Belichtungsbedürfnis als Musa sapientum, so dafs sie als Lichtpflanze V. Grades anzusprechen ist, und ein höheres Feuchtigkeitsbedürfnis. Vgl. hierzu c. VIII p. 318 u. 319.

Früchte werden von Musa textilis nicht gewonnen, da die Zeit der Ernte zum Zweck der Hanfgewinnung mit der Blütezeit zusammenfällt.

Da die Kultur trotz des hohen Preises des Manilahanfes noch eine sehr rohe ist, so entbehren alle noch etwa unter

10. 11. 12. 13. zu machenden Angaben der genügenden Sicherheit.

14. Besondere Bemerkungen. Dieser Faserstoff ist sehr häufig Verfälschungen durch geringwertige Faser ausgesetzt, welche indessen durch Veraschung und mikroskopische Untersuchung nachzuweisen ist.

LXV. Verschiedene andere Faserstoffe.

Ich will in Bezug auf diese nur einige der wichtigsten Pflanzen namhaft machen, welche teils kultiviert teils wildwachsend genutzt werden, indem ich die Heimat bezw. Kulturländer mit aufführe:

α. **Esparto** von Stipa tenacissima L. wird vornehmlich in Spanien und Nordafrika gewonnen. Die Pflanze ist fast eine Wüstenpflanze zu nennen und erfordert keine Kultursorgfalt.

β. **Gambo** oder **Deckaneehanf** von Hibiscus cannabinus L. wird vornehmlich in Indien kultiviert.

γ. **Sunnhanf, Calcuttahanf, indischer Hanf** von Crotalaria juncea L. wird in Indien und Australien kultiviert und bietet einen nicht unbedeutenden Exportartikel.

δ. **Lagettafaser** von Lagetta funifera wird in Westindien, vornehmlich Guadeloupe gewonnen.

ε. **Pandanusfaser** von Pandanus odoratissimus L. und Pandanus utilis Bory wird in Indien und Mauritius gewonnen.

ζ. **Bogenstrang-Hanf** von Sanseviera zeilanica Willdenow, S. guinaensis und S. latifolia wird in Ceylon und Westafrika gewonnen.

η. **Yuccafaser** von einer grofsen Anzahl Yucca-Arten wird vornehmlich in Mittelamerika gewonnen. Die Faser dient auch der Papierfabrikation.

ϑ. **Bananenfaser** von Musa sapientum L.

ι. **Kapok** oder **Seidenbaumwolle** von vornehmlich Eriodendron anfractuosum wird in Java, Ceylon und Indien gewonnen und scheint für die Zukunft besondere Kulturbeachtung zu verdienen.

c. Farbstoffe.

LXVI. 1. **Indigo,**
wird gewonnen von vornehmlich folgenden 4 Arten, die fast allein für die Kultur in Betracht kommen:

2. Indigofera tinctoria L., I. argentea L., I. disperma, I. anil. L. (die Zahl der übrigen Indigopflanzen ist sehr grofs).

3. Zahl der Spielarten nicht bekannt.
Die Sorte Bengal wird für die beste gehalten.

4. Ursprüngliche Heimat: Indien und südasiatische Inseln.
Kulturländer: vornehmlich Indien, Cochinchina, Philippinen, China, Japan, Mexiko, Columbia, Venezuela. Die Kultur war in Nordamerika bis zum 35.° vorgedrungen, ist später jedoch daselbst nahezu vollständig eingegangen.

5. Vegetationsdauer. Die Indigopflanze wird als einjährige Pflanze kultiviert, sie liefert mehrere Ernten (bis 3) je nach Klima. Die erste Ernte wird ungefähr 3 Monate nach der Aussaat gewonnen, wenn die Blütenknospen sich zu öffnen beginnen.

6. Temperaturbedürfnis. Die Indigopflanze bedarf, um eine gute Qualität zu liefern, eine mittlere Vegetationstemperatur von nicht weniger als 20° Cels. Frost verträgt sie nicht, und somit darf die Temperatur niemals auf 0° sinken. Die Temperatur nach oben scheint bei genügendem Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre nicht begrenzt zu sein.

7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Die Indigopflanze beansprucht, um gute Qualität zu erzeugen, viel Licht. Schatten verträgt sie nicht. Sie ist als eine Lichtpflanze II. Grades anzusprechen.

8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis. Dasselbe ist beiderseits grofs. Wo die Atmosphäre nur einen mittleren Gehalt an Feuchtigkeit besitzt, ist die Kultur nicht rentabel; wo es an reichlichen und gleichmäfsig auf die Vegetationszeit verteilten Niederschlägen mangelt, ist sie ohne künstliche Bewässerung unsicher. Letztere mufs daher dort zur Aushülfe vorhanden sein. Ohne künstliche Bewässerung erfordert die Kultur während der Vegetationszeit monatlich mindestens 150 mm meteorischen Niederschlag.

9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Der Boden muſs vor allem tiefgründig, Feuchtigkeit haltend aber doch durchlässig sein. Tiefgründiger Schwemmlandsboden sagt der Kultur am meisten zu.

10. Chemische Analyse von Indigo tinctoria aus Java; der prozentische Aschengehalt der Pflanze ist nicht aufgeführt; die Asche enthält in:

	Blätter	Stengel	Wurzel
CaO	42,3 %	40,1 %	24,0 %
MgO	5,7 -	5,1 -	3,9 -
P_2O_5	10,8 -	9,4 -	10,4 -
K_2O	30,0 -	26,8 -	23,0 -
Na_2O	1,5 -	4,7 -	6,8 -
Fe_2O_3	2,2 -	10,6 -	11,8 -
Cl	1,3 -	Spur	Spur
SO_3	2,6 -	1,9 -	1,7 -
SiO_2	1,9 -	1,4 -	19,0 -
	98,3	100,0	100,6

11. Das Nährstoffbedürfnis ist vornehmlich Stickstoff. Kalkzufuhren sollen erfolgreich wirken; im übrigen stellt die Indigopflanze hohe Anforderungen an den Kraft- und Kulturzustand des Bodens.

12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen. Dieselben sind bezüglich der Kultur der Pflanze ähnlich denjenigen des Luzernebaus in Deutschland. In der Fabrikation ist viele Sorgfalt und Erfahrung nötig, um ein gutes Fabrikat zu erzielen. An Arbeitskräften darf es weder bei der Kultur noch bei der Fabrikation mangeln.

13. Tierische und pflanzliche Feinde sind von keiner besondern Bedeutung. Insektenfraſs soll zwar häufig die Kulturen schädigen.

14. Besondere Bemerkungen. Bei der stets zunehmenden Darstellung chemisch fabrizierter Färbemittel ist die pflanzliche Farbengewinnung, auch die des Indigo, mit Vorsicht einzuführen, vor allem nur dort, wo die günstigsten Bedingungen der speciellen Kultur vorhanden sind.

LXVII. 1. **Saflor,** Färbedistel oder Bürstenkraut.

Der Farbstoff wird gewonnen aus der Blume von

2. Carthamus tinctorius L.
3. Zahl der Spielarten nicht bekannt.
4. Ursprüngliche Heimat: Indien.
   Kulturländer: vornehmlich Indien, speciell Bengalen, dann Südfrankreich, auch Ägypten, Persien und China.
5. Vegetationsdauer. Die Saflorpflanze wird als einjährige Pflanze genutzt. Ihre Vegetationsdauer bis zur Blüte beträgt etwa 3—3½ Monat, je nach Klima.
6. Temperaturbedürfnis. Das Temperaturbedürfnis scheint mir im Mittel der Vegetationszeit mindestens 20° Cels. zu sein, um eine gute Qualität zu liefern. Sinken der Temperatur auf 0° zerstört die Kulturen. Die Temperaturgrenze nach oben ist nicht bekannt.
7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Die Saflorpflanze scheint mir eine Lichtpflanze III. bis II. Grades zu sein.
8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis. Die Saflorpflanze scheint mir ohne künstliche Bewässerung während der Vegetationszeit im Mittel mindestens 80 mm Niederschlagsmenge pro Monat zu beanspruchen.
9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Der Boden mufs mürbe und durchlässig sein.
10. Chemische Analyse der Pflanze ist mir nicht zugänglich geworden.
11. Das Nährstoffbedürfnis der Saflorpflanze ist vornehmlich Stickstoff. Das Ackerland mufs sich in gutem Kulturzustand befinden. Kalkhaltiger Boden sagt der Kultur am meisten zu.
12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen. Die Kultur erfordert viele Arbeitskräfte und besondere Sorgfalt bei dem Sammeln der Blüten.
13. Tierische und pflanzliche Feinde sind mir nicht bekannt geworden.
14. Besondere Bemerkungen. Die Kultur dieser Pflanze reicht bereits in den südlichen Teil der eigentlich gemäfsigten Zone, ihre Heimat ist jedoch die Tropenzone.
    Dasselbe läfst sich bezüglich der Safrankultur (Crocus sativus C. Bauhin) sagen, welche sogar noch in Österreich und Ungarn anzutreffen ist und in jedem

Lande mit Weinklima ausgeführt werden kann. Ich nehme davon Abstand, die Kulturbedingungen u. s. w. des Safrans, als auch in der gemäfsigten Zone bekannt, hier zu besprechen.

LXVIII. 1. **Annatto,** Orellin oder Orleanrot.

Der Farbstoff wird gewonnen aus dem Fruchtmark von:

2. Bixa Orellana.
3. Zahl der Spielarten unbekannt.
4. Ursprüngliche Heimat: tropisches Amerika.
   Kulturländer: vornehmlich Guadeloupe, Franz. Guyana, Brasilien, Zanzibar, Ostindien und einige malayische Inseln.
5. Vegetationsdauer. Der Annattostrauch beginnt im 4. Jahre Früchte zu liefern; über die Dauer seiner Tragfähigkeit ist mir nichts Sicheres bekannt geworden.
6. Temperaturbedürfnis. Der Annattostrauch beansprucht eine mittlere Jahrestemperatur von nicht weniger als 20° Cels. (?); die Temperatur darf dabei nicht unter 5° Cels. sinken. Die Temperatur nach oben ist bei genügendem Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre unbeschränkt.
7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Die jungen Kulturen müssen vor intensiver Bestrahlung durch Deckpflanzen geschützt werden; später lieben sie Belichtung. Ich halte den Annattostrauch für eine Lichtpflanze III. bis II. Grades.
8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis. Das Luftfeuchtigkeitsbedürfnis der Pflanze ist nicht ausgesprochen hoch. An Niederschlägen beansprucht sie mindestens 1400 mm pro Jahr.
9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Die Kulturen gedeihen nicht auf Sumpfboden, stellen im übrigen jedoch bescheidene Ansprüche an den Boden.
10. Chemische Analyse. Das Annatto enthält bis zu 20% Bixin und Orellin, welchen Substanzen es die Kraft zu färben verdankt.
11. Das Nährstoffbedürfnis des Strauches ist im speciellen weder bekannt, noch wird es im allgemeinen berücksichtigt. Langsam wirkende, stickstoffhaltige Düngemittel scheinen die Kultur am meisten zu fördern.



12. Die betriebswirtschaftlichen Anforderungen sind weder in Rücksicht auf die Kultur noch auf die Zubereitung des Markes besonders hohe.
13. Tierische und pflanzliche Feinde sind nicht bekannt.
14. Besondere Bemerkungen. Die Produktion dieses Farbstoffes kann vielleicht für mit Niederschlägen reichlich bedachte Küstenstriche Ostafrikas eine Bedeutung erlangen.

LXIX. Verschiedene andere Farbstoffe.

α. **Catechu** wird gewonnen aus dem Holz von Acacia catechu Willdenow und Acacia suma Kurz, auch Mimosa Sundra und Mimosa suma genannt. Die Gewinnung, vornehmlich in Burmah, ist noch eine sehr rohe. In Kultur ist der Baum noch nicht genommen.

β. **Gambir** wird aus den Blättern und Zweigen der in Indien und auf den malayischen Inseln heimischen Sträuchern Nauclea Gambir oder Uncarica Gambir Roxb. und Uncarica acida gewonnen. Der Strauch ist bereits in Kultur genommen.

γ. **Henna** wird gewonnen aus den Blättern des Strauches Lawsonia alba Lamarck, auch L. inermis oder L. spinosa genannt. Derselbe wird kultiviert in Ägypten, Nordafrika, Ostindien und Persien und in der asiatischen Türkei.

δ. **Dividivi** wird aus den Schoten des Strauches Caesalpinia coriaria Willdenow in Süd- und Centralamerika, sowie neuerdings auch auf Ceylon und auf Java gewonnen. Der Strauch liefert Farb- und Gerbstoff.

ε. **Turmerik** wird namentlich in Ostindien und Cochin aus den Wurzelstöcken von Curcuma longa L. und Kaempferia pandureta gewonnen. Die Kultur- wie die Wachstumsbedingungen gleichen denen des Ingwers.

d. Gummi- und Harzstoffe.

LXX. Kautschuk.

Dieser Stoff wird von einer grofsen Reihe wildwachsender Bäume und Sträucher gewonnen, welche den verschiedensten Pflanzenfamilien angehören, von denen nur wenige in Kultur genommen sind. Ich

will, nach den Produktionsländern geordnet, die wichtigsten Arten, soweit sie bekannt sind, namhaft machen.
Es wird gewonnen in:

Süd-Amerika.

Para-Kautschuk von Hevea (Siphonia) brasiliensis und andern Hevea-Arten, ferner von Micrandra siphonoides und M. minor.
Venezuela-Kautschuk zumeist von Hevea brasiliensis.
Guyana-Kautschuk von Hevea paucifolia und Hevea Guayanensis Aublet.
Ceara-Kautschuk von Manihot Glaziovii J. Müller und Hancornia speciosa Gomes (beide in rohe Kultur genommen).
Pernambuco-Kautschuk von Hancornia speciosa Gomes.

Central-Amerika.

Centralamerikanischer Kautschuk von Castilloa elastica und Castilloa Markhamiana, ferner von Siphocampylus caoutchouc und Siphocampylus Jamesonianus.

Afrika.

Senegambia-Kautschuk von Vahea senegalensis.
Sierra-Leone-Kautschuk von Ficus Brassii.
Liberia-Kautschuk von Landolphia-Arten.
Angola-Kautschuk von Landolphia florida und Urostigma Vogelii.
Kamerun-Kautschuk von Landolphia owariensis und Landolphia Hendelotii, auch von Ficus elastica (?).
Ostafrikanischer Kautschuk von Landolphia-Arten.
Madagaskar-Kautschuk von Vahea madagascariensis, Vahea comorensis und Vahea gummifera Lamarck, letzterer soll auch auf Java kultiviert werden.
Mauritius-Kautschuk von Willughbeia edulis.
Réunion-Kautschuk von Periploca graeca L.

Asien.

Indischer Kautschuk von Cryptostegia grandiflora, Willughbeia edulis und Willughbeia martabanica (in Kultur genommen?).
Assam-Kautschuk von Ficus elastica Roxb. und Urostigma laccifera.
Rangoon-Kautschuk von Ficus hispida (?) und Urceola esculenta.
Malacca-Kautschuk von Urceola elastica.
Borneo-Kautschuk von Urceola elastica.
Sumatra-Kautschuk von Arten der Willughbeia.
Java-Kautschuk von Ficus elastica Roxb.

Penang-Kautschuk von Cynanchum ovalifolium und Ficus hispida.
Malayischer Kautschuk von Alstonia costulata und Alstonia scholaris.

Australien.

Fidschi-Kautschuk von Alstonia plumposa.
Australischer Kautschuk von Ficus macrophylla und Ficus rubiginosa.

Die Kulturversuche, welche mit der Anpflanzung von Kautschuk liefernden Bäumen und Sträuchern gemacht worden sind, haben nur zu einem Teile die in sie gesetzten Hoffnungen erfüllt. Als angeblich gescheitert müssen diejenigen angesehen werden, in denen Ficus elastica, Castilloa elastica und Hevea brasiliensis zum Versuche in Indien angebaut wurden. Ficus elastica liefert ein Produkt mit ungenügender Qualität. Castilloa wie Hevea erfordern Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre und des Bodens (bei Durchlässigkeit), wie sie fast nur im Amazonenthale in einer neunmonatlichen Regenperiode und sonst selten auf der ganzen Erde anzutreffen sind. Daher werden diese Pflanzen kaum anderswo als in ihrer ursprünglichen Heimat kulturfähig sein, und das um so weniger, als ihnen dort auch eine Temperatur geboten wird, die selten über 35° Cels. steigt und ebenso selten unter 22° Cels. sinkt. Eine derartige Temperatur ist auf gröfseren Flächen selten in der Welt wiederzufinden und schliefst aufserdem nahezu die Wirksamkeit des Europäers in Kulturbestrebungen aus.

Als gelungen sind die Kulturversuche zu bezeichnen, welche mit Manihot Glaziovii auf Ceylon und in Indien gemacht sind. „Dieser Baum“, sagt Semler, „ist auf dem indischen Festlande wie in Ceylon mit vollem Erfolg angepflanzt; er darf wohl für die planmäfsige Produktion als die Kautschukquelle der Zukunft betrachtet werden.“

In seiner ursprünglichen Heimat, der Provinz Ceara in Brasilien, herrscht ein trockenes Klima, wie es die Tropen und namentlich Indien vielfach bieten. In Ceara ist der Baum nur in eine rohe Kultur genommen. In Indien glaubt man nach den bis heute vorliegenden Erfahrungen, dafs der Manihot-Baum vom 5. Jahre ab jährlich zweimal genutzt werden kann und gute Qualität liefert. Er scheint am besten auf bindigem Verwitterungsboden zu gedeihen. Die Kultur dieses Baumes eignet sich vielleicht besonders für Ostafrika. — Die Kautschukgewinnung in ihrer rohesten Form geht mit jedem Jahr zurück und der Bedarf an diesem Stoff ist in stetigem Steigen begriffen, so dafs die Kultur Kautschuk liefernder Gewächse eine wirtschaftliche Frage wird.

LXXI. 1. **Guttapercha,**

wird gewonnen von vornehmlich:

2. Isonandra Gutta Hook (früher Dichopsis Gutta), (von den vielen anderen Arten ist noch zu nennen Isonandra polyandra) ferner von Euphorbia cattimandoo und Tirucalli, sowie Calatropis gigantea.
3. Zahl der Spielarten nicht sicher bekannt.
4. Ursprüngliche Heimat: Südasien zwischen dem ca. 5.° N. und S. Br.

   Kulturländer: Die Guttaperchabäume sind bis jetzt noch nicht in Kultur genommen, sondern werden als Waldbäume gefällt und genutzt.
5. Vegetationsdauer. Die meisten Guttaperchabäume werden gefällt, wenn sie etwa 30 Jahre alt sind, danach wird der Saft aufgefangen.
6. Temperaturbedürfnis. Die beste Guttapercha wird unmittelbar am Äquator gewonnen, wo in der feuchtheifsen Atmosphäre die Temperatur nicht über 33° Cels. steigt und nicht unter 20° Cels. sinkt. Doch wachsen die Bäume bis zu einer Höhe von 1500 m im Gebirge, wo ihnen also geringere Wärmeverhältnisse geboten werden.
7. Belichtungs- und Beschattungsbedürfnis. Diese Bäume lieben den feuchtheifsen Waldesschatten, erreichen jedoch eine beträchtliche Höhe, so dafs ihre Kronen belichtet sind. Ich halte sie für Lichtpflanzen etwa V. Grades.
8. Feuchtigkeits- und Niederschlagsbedürfnis. Die Bäume beanspruchen eine hohe Feuchtigkeit der Atmosphäre und des Bodens. 1800 mm Regenfall pro Jahr dürfte die geringste Menge sein, welche sie zu befriedigen im stande ist.
9. Besondere Anforderungen an die physikalische Beschaffenheit des Bodens. Primärer Verwitterungsboden scheint diesen Waldbäumen am meisten zuzusagen.
10. Chemische Analyse ist nicht bekannt.
11. Das Nährstoffbedürfnis ist nicht bekannt.
12. Betriebswirtschaftliche Anforderungen. Dieselben sind bei der kulturlosen Nutzung äufserst primitiv.

13. Tierische und pflanzliche Feinde sind nicht bekannt.
14. Besondere Bemerkungen. Der Guttapercha verwandt ist die Balata, ein Stoff etwa zwischen Guttapercha und Kautschuk stehend, welcher von Mimusops balata und globosa Gärtner gezapft wird. Jamaika, Guyana und das tropische Amerika ist die Heimat dieser Bäume, welche im Walde wildwachsend aufgesucht werden.

    Für Afrika ist neuerdings Bassia Parkii namhaft gemacht als Guttapercha-Producent von hoffnungsvoller Bedeutung.

LXXII. Copaivabalsam

ist die harzige Flüssigkeit von vornehmlich folgenden Caesalpiniaceen:

Copaifera guyanensis Desf., heimisch in holländisch und französisch Guyana.
Copaifera multijuga, heimisch in Nordbrasilien.
Capaifera coriacea, heimisch in Bahia und Piauhy.
Copaifera Langsdorffii Hayne, heimisch in Süd- und Ostbrasilien.

Alle diese Copaivabäume beanspruchen eine mittlere Jahrestemperatur von nicht unter 20° Cels. und sonnige Lagen. Bei dem relativ geringen Konsum von Copaivabalsam dürften gröfsere Kulturen dieser Gewächse zunächst ausgeschlossen sein.

Die vielfachen Bedenken, welche ich bei der Aufstellung der Grenzziffern namentlich unter Temperatur-, Belichtungs- und Beschattungs-, Niederschlags- und Feuchtigkeitsbedürfnis gehabt habe, veranlassen mich am Schlusse dieses Abschnittes noch zu folgender Erklärung. Ich bitte diese Zahlen nicht als absolut und unumstöfslich feststehend zu nehmen, sondern in der Hauptsache nur als Resultat derjenigen Erfahrungen, welche bis heute in weiten Kreisen bekannt geworden sind. Diese Erfahrungen sind nun einmal nicht immer einwandsfrei und andererseits sind die Kulturgewächse — wie ja hinreichend bekannt ist — in aufserordentlich hohem Grade, das eine mehr das andere weniger, der Anpassung an ungünstigere Vegetationsverhältnisse fähig. Darum wird, je mehr dieses im einzelnen erkannt wird, auch die Lehre von denselben eine veränderbare sein.

Nun wird man zwar einwenden können, dafs unter diesen Umständen eine derartige scharfe ziffermäfsige Beschreibung der verschie-

denartigen Vegetationsbedürfnisse der Kulturgewächse bei unserer heutigen Kenntnis der tropischen Kulturpflanzen ein verfrühtes und unter Umständen gar irreleitendes Unterfangen ist, und ich gestehe gern, dafs ich es vorgezogen haben würde, dieselbe einer späteren Zeit und selbst mit reicheren Erfahrungen ausgerüstet vorzubehalten. Wie aber heute die kolonialen Verhältnisse Deutschlands liegen, bedurften wir gerade jetzt einer derart kurzen und präcisen Zusammenfassung der Lehre von den tropischen Kulturgewächsen, damit wir an die unserer in den Tropen harrende Kulturarbeit weniger auf rein empirischem als auf wissenschaftlich leitendem Wege heranzutreten vermögen. Allgemeine und verschiedentlich auszulegende Beschreibungen der vegetativen Bedürfnisse der Kulturgewächse, welche den Empiriker leiten oder auch irre leiten, hätten hier wenig fördern können. Wo immer aber sich in diesen Angaben ein kleiner Irrtum eingeschlichen, da bitte ich in gütiger Nachsicht denselben öffentlich zu berichtigen. Gröfsere und die Bedürfnisse einer Kulturpflanze entstellende Irrungen sind, wie ich hoffe, nicht mit untergelaufen.

Was nun die tropischen Kulturen selbst betrifft, so mufs hier noch auf eins aufmerksam gemacht werden. Es ist eine häufige Erfahrung, dafs tropische Kulturanlagen scheitern. Der Grund hierfür liegt nicht immer in einer mangelnden Geschicklichkeit ihrer Leiter, vielmehr vornehmlich in dem Umstande, dafs die Kultur auf Grund ungenügender Qualität der Produkte nicht im stande ist, auf dem Weltmarkte zu konkurrieren. Unter diesen Umständen ist fast regelmäfsig die Anlage in ihrer örtlichen Wahl eine verfehlte, das heifst: die eingerichtete Kultur entspricht nicht der Örtlichkeit. Es mufs heute und für immer der Grundsatz in der tropischen Agrikultur aufgestellt werden, dafs an jedem Orte nur diejenige Kulturpflanze einzubürgern oder zu pflegen ist, welche dort die denkbar günstigsten Bedingungen ihrer Existenz findet. Zufällige günstige Konjunkturen eines Kulturgewächses sollten niemals einen tropischen Landwirt verleiten, dasselbe unter zweifelhaftem Erfolge anzubauen. Nur dann und nur dort wird die tropische Agrikultur blühen, wo der erwählten Kulturpflanze die speciell ihr zusagende günstigste Grundlage geboten wird.

Schliefslich ist auch noch hervorzuheben, dafs die tropische Agrikultur insofern einer rationelleren Kultur im Prinzip zugänglich ist, als belichtungs- und beschattungsbedürftige Gewächse in systematischer Kombination miteinander angebaut werden. Palmen auf der einen und Gewürzpflanzen vornehmlich auf der anderen Seite müssen sich, ähnlich wie das Ober- und Unterholz in unserer Forstkultur, gegenseitig in der Plantage gedeihen helfen

So wird Boden und Klima rationell ausgenutzt, sowie der wirtschaftliche Betrieb relativ verbilligt.

Die Feinde der tropischen und subtropischen Kulturgewächse und ihr schädigender Einflufs.

Die spärlichen Angaben, welche ich unter „13. Tierische und pflanzliche Feinde" gemacht habe, hatten vornehmlich den Zweck, darauf aufmerksam zu machen, in welcher Weise die tropischen Kulturgewächse nach dieser Seite hin gefährdet werden. Hieran habe ich noch einige allgemeine Betrachtungen zu knüpfen, welche für agrikulturelle Neuanlagen von praktischer Bedeutung sind.

Fast alle Kulturgewächse sind mehr oder minder tierischen und pflanzlichen Schädigungen ausgesetzt, und die Landwirte sowohl der gemäfsigten wie auch der tropischen Zone sorgen sich in einem jeden rationellen Betriebe um die ständige Bekämpfung der Pflanzenfeinde. Sofern nun diese in ihrer Natur gründlich studiert und richtig erkannt sind, ist gemeiniglich auch ein Mittel ausfindig zu machen, welches sie zerstört. Aber nicht immer ist ein solches leicht zu handhaben, und andererseits macht unter Umständen die Anwendung eines solchen den Anbau der in Frage stehenden Kulturgewächse durchaus unrentabel, so dafs sogar einst lohnende Kulturen aufgegeben werden und andere Arten von Kulturgewächsen mit vielen Kosten und Mühen an Stelle derselben eingeführt werden mufsten. Wir waren in Deutschland, speciell in der Provinz Sachsen, nahe daran, den so gewinnbringenden und die landwirtschaftliche Kultur fördernden Rübenbau in vielen Gegenden wegen der rapiden Vermehrung der Nematoden (Heterodera Schachtii) für eine lange Reihe von Jahren aufzugeben, wenn nicht Professor Dr. Jul. Kühn in der Methode des Fangpflanzenbaues ein sicheres Mittel zur Bekämpfung dieser Rübenplage gefunden hätte. Es ist allgemein bekannt, dafs derselbe Forscher den Weizenbau durch die Methode des Beizens des Saatgutes vor der so gefährlichen Infektion durch den Steinbrand (Tilletia caries und Tilletia laevis) sichergestellt hat. So hat auch Professor Dr. B. Frank in Rücksicht auf den Plantagen- bezw. Obstbau die Kirschenpflanzungen am unteren Lauf der Elbe durch ein sehr einfaches Verfahren (Verbrennen der erkrankten Blätter) vor der Vernichtung durch die Blattseuche (veranlafst durch Gnomonia erythrostoma Fuckel) sichergestellt[1].

Es liefse sich die Zahl der Beispiele, welche uns belehren, wie erfolgreich der Landwirt der gemäfsigten Zone die bedenklichsten und

[1] Landwirtschaftliche Jahrbücher. Bd. XVI. 1887. S. 401—436.

gefährlichsten Schädigungen von seinen Kulturgewächsen abwehren kann, noch reichlich vermehren. Auch der tropische Landwirt hat nicht minder Mittel und Wege gefunden, seine Kulturen zu schützen. Aber müht sich schon der erstere mit einigen Pflanzenplagen, wie die Kartoffelkrankheit, die Reblausverheerungen, nahezu vergeblich ab, so kennt die tropische Landwirtschaft noch weit zahlreichere und intensivere Pflanzenschädigungen, gegen welche sich bis jetzt jedes angewendete Mittel als erfolglos erwiesen hat. Auf der Insel Ceylon hat die Blattkrankheit der Kaffeekulturen (durch Hemileia vastatrix verursacht) die schönsten Pflanzungen zerstört. In Java und Mauritius wie in anderen Zuckerrohr kultivierenden Gebieten richtet die Zuckerrohrkrankheit, Sereh genannt, deren Wesen und Ursprung noch nicht sicher erforscht werden konnte, alljährlich den ungeheuersten Schaden an.

Wenn in den Tropenländern die Kulturschädigungen durch tierische und pflanzliche Parasiten eine so allgemeine Verbreitung und häufig einen aufserordentlich gefürchteten Grad erreicht haben, so ist dieses vornehmlich dadurch zu erklären, dafs infolge der stets hohen Temperatur der tropischen Atmosphäre den parasitären Gebilden stets die günstigsten Wachstums- und Vermehrungsbedingungen geboten sind. Auch gebietet ihrer Verbreitung eine kalte Jahreszeit wie unser nordischer Winter niemals einen energischen und nachdrücklichen Einhalt, und so schmarotzen sie ohne Störung und ohne Unterbrechung fortwährend weiter. Aber auch die tropische Landwirtschaft trägt selbst einen Teil der Schuld, wenn sie so häufig von parasitären Kulturschädigungen heimgesucht wird und grofse Flächen denselben widerstandslos zum Opfer fallen. Sie hat ein ernstes Studium der Pflanzenkrankheiten und einer wirksamen Abwehr derselben vernachlässigt. Erst in jüngster Zeit geht mit der wissenschaftlichen Förderung der tropischen Agrikultur und der Gründung von Lehr- und Versuchsanstalten unter wissenschaftlicher Leitung auch eine exakte Forschung nach den Pflanzenkrankheiten vor sich, so dafs wir hoffen dürfen, dafs der tropische Landwirt seine Plantagen und Kulturen künftig mit gröfserem Erfolge vor argen Verwüstungen zu schützen vermag, als ihm dieses mit seinen rein empirischen, häufig noch von Aberglauben beherrschten Methoden bis jetzt möglich war.

Es ist nun durchaus geboten, dafs in unseren afrikanischen Besitzungen bei der Gründung von Plantagen darauf Rücksicht genommen wird, in welcher Weise tierische oder pflanzliche Kulturplagen in jenen Gebieten vorliegen oder zu befürchten sind. Unter Umständen mufs eine Plantagenanlage geradezu als verfehlt betrachtet werden, wenn es sich herausstellt, dafs die jungen Pflanzungen schon in den

ersten Jahren widerstandslos den ärgsten Plagen ausgesetzt sind. So vermögen unter Umständen Brand-, Rost- und Mehltaupilze — wenn sie sich in einer Gegend, sei es auf wilden Gräsern, sei es auf Kulturpflanzen, eingenistet haben — den Anbau der namentlich in Centralafrika so wichtigen Hirse und hirseartigen Gewächse, des dort gleichfalls bedeutungsvollen Sorghums, ferner des Maises, d. h. jede rentable und gesunde Kultur dieser Pflanzen unmöglich zu machen. Man wird das verständlich finden, wenn man sich vergegenwärtigt, welchen ungeheuren Schaden noch vor 30 Jahren der obengenannte Steinbrand überall in unseren heimischen Weizenkulturen anrichtete. Haben wir nun auch gegen diesen ein sicheres Remedium, so sind wir doch noch nahezu machtlos gegen den von den Ustilagineen verursachten Brand, welcher gerade auf jenen genannten tropischen Pflanzen sein Unwesen treibt.

Von den Schädigungen, welche gröfsere wilde Tiere den Kulturen in den Tropen häufig zufügen, will ich nicht reden; Umzäunungen und nächtliche Wachen vermögen dieselben abzuhalten, Fangfallen ihre Zahl zu vermindern und abgerichtete Haustiere sie zu verstören; aber häufig hat auch der tropische Landwirt mit den kleinen tierischen Parasiten zu kämpfen und steht ihren Schädigungen, wenn er sie nicht durch Bewässerung vertreiben oder vernichten kann, geradezu rettungslos gegenüber.

Dieses alles ist zu berücksichtigen, wenn eine Plantage gegründet werden soll. Handelt es sich um den Anbau von Zuckerrohr, so mag zunächst ein Versuch nicht gescheut werden, ob die so gefährliche und noch unaufgeklärte Serehkrankheit in den in Frage kommenden Gegenden heimisch ist. Man kann ja den Zuckerrohrbau stets mit Leichtigkeit wieder aufgeben, indessen verkommen alsdann die erforderlichen und kostspieligen Fabrikanlagen nutzlos.

Bei der grofsen Bedeutung der Serehkrankheit des Zuckerrohrs und den verschiedenartigen Ansichten über ihre Natur und ihren Ursprung möchte ich nicht unterlassen, hier noch ein wenig näher auf dieselbe einzugehen. Ich folge dabei vornehmlich den sorgfältigen Untersuchungen, welche Dr. W. Krüger auf Java angestellt hat[1].

Das Wesen und die Symptome der Serehkrankheit lassen sich kaum scharf angeben. Es kommen serehkranke Pflanzen

[1] Berichte der Versuchsstation für Zuckerrohr in West-Java, Kagok-Tegal (Java). Herausgegeben von Dr. phil. Wilhelm Krüger, Direktor der Versuchsstation für Zuckerrohr in West-Java. Heft I. Dresden, G. Schönfelds Verlag. 1890.

von verschiedenem Habitus vor; in jedem Falle ist jedoch zu erkennen, dafs es sich bei dieser Krankheit nicht um die Erkrankung einzelner Organe handelt, sondern dafs dieselbe die ganze Pflanze ergriffen hat. Der Übergang vom Gesundsein zum Kranksein ist jedoch wie bei vielen Pflanzenkrankheiten kein scharfer, sondern vollzieht sich verhältnismäfsig langsam. Vielfach werden auch andere Krankheiten des Zuckerrohrs, deren Ursache und Wesen bereits bekannt oder auch nicht bekannt ist, mit dem Namen Sereh belegt. Dieses hat zu mannigfachen Mifsverständnissen Veranlassung gegeben.

Als die auffälligsten Erscheinungen serehkranken Rohrs sind folgende zu betrachten:

1. Die Entwicklung des Wurzelsystems ist eine relativ sehr geringe, besser ausgedrückt, die Wurzeln sind in ausgedehntem Mafse abgestorben. Namentlich gehen die Spitzen der Wurzeln und die Neubildungen bald zu Grunde. Bibit vor allem, d. i. Stecklinge, welche den Krankheitskeim mit sich führen, weisen in dieser Beziehung die stärkste Erkrankung auf; ausgedehnter ist das Wurzelsystem von Pflanzen, welche erst später infiziert worden sind.

2. Die Augen in den Achsen der Blattscheiden sind mehr oder weniger halbkugelig angeschwollen, während sie bei normalem Rohr fast regelmäfsig wie kleine Muscheln dem Stengel in einer kleiner Vertiefung anliegen. Ferner zeigt der Haupttrieb ein beschränktes Wachstum, dagegen wachsen besonders die unter der Erde befindlichen Augen schnell aus, erliegen jedoch auch demselben Angriff des Mutterstockes. So bildet sich durch Auftreten sekundärer, tertiärer u. s. w. Stengel ein förmlicher Blätterbusch, und bei typisch ausgeprägter Krankheit gelangt kaum ein Stengel zu nennenswerter Entwickelung.

3. Sobald eine Pflanze von der Krankheit ergriffen ist, leiden die neugebildeten Internodien in ihrem Längswachstum; dabei tritt

4. eine fächerförmige Blattstellung ein, die Blattscheiden sind wie ineinandergeschachtelt, eine Blattspreite entspringt notwendigerweise dicht über der andern; es mangelt der Spielraum zur freien Entfaltung.

5. Bei serehkranken Pflanzen tritt ein anormales Absterben der Blätter ein, indem häufig der Hauptnerv zu funktionieren aufhört, während das ihn umgebende Blattgewebe noch frisch ist. Infolgedessen geht eine Menge nutzbarer Stoffe in den absterbenden Blättern für die Pflanze verloren. Und diese selbst verbleiben lange am Stengel, ohne abzureifen.

6. Mit diesen äufsern Erscheinungen geht innerlich in den Pflanzen eine Desorganisation des Stengelgewebes vor sich. Die Fibrovasalstränge des Rohres werden insbesondere angegriffen und charakterisieren

sich als intensiv rotgefärbte Linien. Der Farbstoff ist mit Alkohol ausziehbar. Der Zellinhalt der Gewebe ist abgestorben, die Zellhäute sind teils gequollen, teils zerstört. Krüger erblickt in diesem Umstande das charakteristische Merkmal der Serehkrankheit besonders auch da, wo es sich darum handelt, in jungen Anpflanzungen diese Krankheit nachzuweisen. „Erst[1] nach dem Auftreten dieser Erscheinung werden auch die Wurzeln anormal, und am jungen Stengel beginnen die Seitenaugen schnell zu schwellen und wachsen aus.“ Stark infizierte Pflanzungen pflegen auch in ihren oberirdischen Organen zuerst in Verfall zu geraten.

Der Name Serehkrankheit rührt her von einer Grasart Andropogon Schoenanthus, welche den javanischen Namen Sereh führt und sich durch die Bildung eines reichlichen, einige Fufs hohen Blätterbüschels auszeichnet; dieser hat zuweilen eine gewisse Ähnlichkeit mit erkrankten Zuckerrohrpflanzen. Die Krankheit wurde zuerst als solche unzweifelhaft in West-Java festgestellt. Vielleicht ist sie durch Stecklinge nach Java eingeschleppt. Sicher ist, dafs Bibit von Serehfeldern die Verbreitung der Krankheit sehr begünstigt. Selbst Neugrund schützt nicht vor ausgedehnter und rapider Verbreitung derselben, sobald sie eingeführt ist. Waschen, Trocknen, Kalken, Behandeln mit verdünnter Schwefelsäre, geheime Dünger-Universalmittel haben die Verbreitung der Krankheit im allgemeinen nicht aufhalten können. Es zeigen sich jedoch — gerade wie bei der Kartoffelkrankheit — einige Rohrsorten widerstandsfähiger gegen die Erkrankung als andere. Besonders empfindlich gegen dieselbe ist die Gruppe der weichen, saftreichen, gelb- und grünschaligen Rohre, während die roten, hartschaligen gröfsere Widerstandsfähigkeit besitzen.

Über die Ursache der Serehkrankheit sind mannigfache Hypothesen aufgestellt, ohne dafs es jedoch bis jetzt möglich gewesen wäre, die eigentliche mit völliger Sicherheit zu erkennen.

Man führte zuerst Bodenerschöpfung und fehlerhafte Bearbeitung des Bodens an; doch haben alle Erfahrungen des Zuckerrohrbaus auf erkrankten Feldern und auf Neubruch gelehrt, dafs in diesen Umständen der Keim der Krankheit nicht zu suchen sei. Vor allem spricht gegen diese Behauptung, dafs die Serehkrankheit sich nicht schleichend, sondern plötzlich einzustellen pflegt, selbst auf den chemisch und physikalisch günstigsten Ackerböden.

---

[1] Dr. W. Krüger, Berichte u. s. w. S. 133.

Man hat zweitens behauptet, dafs durch die andauernde ungeschlechtliche Vermehrung oder schlechte Wahl der Stecklinge eine Degeneration des Zuckerrohrs (Atavismus) erzeugt sei, und diese den Grund der Krankheit bilde. Dagegen spricht jedoch der Umstand, dafs kräftiges Rohr in von Serehkrankheit nicht heimgesuchten Gegenden vollständig gesund verbleibt, während Stecklinge desselben Herkommens in Serehgegenden verhältnismäfsig rasch der Krankheit anheimfallen. Von Entartung des Rohrs kann also keine Rede sein. Es bietet daher die Erzeugung von Stecklingen aus Samen kein Mittel gegen die Serehkrankheit.

Drittens hat man die Serehkrankheit auch wohl als eine Folge abnormer Witterungsverhältnisse hingestellt. Zu grofse Trockenheit oder zu viel Regen und übermäfsige Nässe, mangelhafter Abzug der Bodenwässer sind verantwortlich gemacht worden. Es findet sich jedoch die Serehkrankheit auch aufserordentlich verbreitet in Jahrgängen mit ganz normalen Witterungsverhältnissen, und darum können die unnormalen in keiner Weise mit ihrem Auftreten in Zusammenhang gebracht werden.

Viertens wird angeführt, dafs die Serehkrankheit durch einseitige und sich stets wiederholende Düngungen, insbesondere durch solche mit Erdnufskuchenmehl (Bungkil), hervorgerufen wird. Aber auch dieser Einwand ist hinfällig, da die Krankheit sich einerseits auf Böden einstellt, die noch nie eine Düngung erhalten haben, und andrerseits alljährlich einseitig gedüngte Äcker niemals unter derselben litten.

Fünftens sollen tiefes Pflügen, hohes Anerden und schliefslich noch zu frühes oder zu spätes Pflanzen gleichfalls eine Ursache der Serehkrankheit bilden. Aber auch diese Momente sind erfahrungsgemäfs nicht im stande, die Krankheit zu erzeugen.

Beachtenswert allein ist die letzte Hypothese, welche Parasiten als Ursache der Krankheit aufführt. Die Serehkrankheit ist übertragbar, gesunde Stecklinge in erkrankte Äcker geführt werden ebenso sehr infiziert, wie erkrankte Stecklinge auf gesunden Feldern die Krankheit erscheinen lassen, und daher scheint ihre Natur zweifellos parasitär zu sein. Freilich ist man noch nicht im stande, mit Sicherheit die eigentliche Ursache anzugeben. Man hat auch die Bohrer und Nematoden eingehend auf ihre Gefährlichkeit für die Zuckerrohrkultur geprüft. Möglichenfalls stehen erstere in einer gewissen Beziehung zu der Serehkrankheit, indem sie durch Anbohren der Herz- und Stengelspitzen die Pflanzen leichter infektionsfähig machen. Die durch Anguillulen am Zuckerrohr hervorgerufene Krankheit scheint jedoch unabhängig

von der eigentlichen epidemischen Serehkrankheit zu sein; dafür sprechen mancherlei Gründe.

Krüger sucht die Ursache der Serehkrankheit in Bakterien und deren Sitz mehr im Stengel als anderswo und ist geneigt, anzunehmen, dafs eine Bakterienübertragung von Pflanze zu Pflanze durch Vermittlung in unbekannter Weise (wahrscheinlich durch die Luft) auf die Ansatzstelle der Blattscheiden (Knoten) stattfindet. Daneben erfolgt durch den Bibit eine starke Verbreitung der Erkrankung.

Es erscheint mir nicht unwichtig, hier auf eine Krankheit des Sorghum saccharatum hinzuweisen, welche der Serehkrankheit des Zuckerrohrs ähnlich ist[1]. Ob die Ursache dieser Krankheit derjenigen der Serehkrankheit gleich ist, steht noch nicht fest. Jedenfalls ist aber Vorsicht geboten, dort Plantagen von Zuckerrohr anzulegen, wo Sorghumkrankheit genannter Art vorliegt.

Ein Desinfektionsmittel zur Bekämpfung der in Java bereits sehr grofsen Schaden anrichtenden Serehkrankheit ist bis jetzt noch nicht gefunden worden, so dafs die Gefährdung des Zuckerrohrbaus auf Java und überall dort, wo diese Krankheit vorliegt, mit jedem Jahre mehr wächst. Das sicherste Remedium, ihr entgegenzuarbeiten oder vorzubeugen, besteht darin, vollständig gesundes Rohr auszupflanzen. Und dieses ist besonders zu berücksichtigen, wenn in den deutschen Kolonieen Zuckerrohrplantagen angelegt werden sollen und zuckerreiches Rohr aus alten Zuckerrohr-Kolonieen bezogen wird. Ist die Krankheit einmal eingeschleppt, dann wird sie schwerlich zu bemeistern sein. Darum ist bei der Einführung des Zuckerrohrbaues besondere Vorsicht geboten.

Wie die Serehkrankheit dem Zuckerrohr, so ist die Blattkrankheit den Kaffeeplantagen aufserordentlich gefährlich. Sie ist zwar mit Erfolg zu bekämpfen, sobald man bei ihrem ersten Auftreten ein sorgsames Verbrennen der Blätter vornimmt. Gleichwohl bedarf es hier der Warnung, junge Kaffeebaumpflanzen oder Kaffeesamen — welcher, um ihn keimfähig zu erhalten, in seinen Hülsen transportiert werden mufs — aus Gegenden zu beziehen, in denen, wie z. B. in Ceylon, diese Krankheit besonders verheerend auftritt. Ein derartiger Import ist in Afrika um so leichter und eher zu vermeiden, als ja gerade Centralafrika die eigentliche Heimat dieser Kulturpflanze ist, und man hier also ein im höchsten Grade acclimatisiertes Gewächs antrifft, das

[1] Dr. W. Krüger, Berichte u. s. w. S. 166. Notizie preliminari sopra alcuni fenomeni die fermentazione del sorgo saccarino vivente, cit. Botanischer Jahresbericht. 11. Jahrgang. 1883. Abt. I. S. 315.

bei richtiger Auswahl und Kultur in qualitativer Beziehung zu den gröfsten Hoffnungen berechtigt.

Damit sei dieser Abschnitt abgeschlossen, und wir wenden uns jetzt den tropischen und subtropischen Haustieren zu.

B. Die tropischen und subtropischen Haustiere mit ihren Existenzansprüchen.

Unter tropischen und subtropischen Haustieren sind alle jene Tiere bezw. Tierarten zu begreifen, welche der Landwirt in den Tropen und Subtropen wirtschaftlichen Zwecken dienstbar gemacht hat. Wir wollen hier indessen nur jene Arten berücksichtigen, welche in unserem gemäfsigten Klima nicht gezogen werden, und welche somit einen specifisch tropischen Charakter besitzen. Wo immer Haustiere der eigentlich gemäfsigten Zone für unsere afrikanischen Kolonieen Berücksichtigung verdienen, wird im zweiten Bande ihrer besonders gedacht werden. Obendrein kann es sich hier auch nur um jene Haustiere handeln, welche für Afrika von Bedeutung sind oder für Afrika Bedeutung erlangen können.

Betrachtet man die Haustiere nach ihren wirtschaftlichen Zwecken, so sind sie zu sondern in 1. Arbeits- d. h. Transport-, Last- und Zugtiere; 2. Fleischtiere; 3. Milch- und nebenbei Fleischtiere; 4. Woll- und Fleischtiere; 5. Federtiere. Es ist ferner wirtschaftlich noch zu berücksichtigen, ob das Vieh nur gehalten wird, um die Acker- und Hauswirtschaft zu stützen, oder ob es als wirtschaftlicher Selbstzweck dasteht. Die Subtropen — und ich habe hier speciell Südwestafrika im Auge — sind wohl das günstigste Gebiet, eine selbständige, ackerlose Viehwirtschaft, etwa einen wandernden Viehbetrieb ins Auge zu fassen. Im inneren Tropengürtel dagegen ist eine reine Viehwirtschaft nur in Ausnahmefällen angebracht, da dort sowohl der Transport lebendigen Viehs an etwaige Marktcentren gemeiniglich ein sehr wenig lohnender ist, als auch der Konservierung geschlachteten Viehs und dem Versand von Fleischkonserven daselbst manche Hindernisse entgegenstehen. Während daher in den Subtropen eine reine Viehwirtschaft unter Umständen einen hohen Ertrag für Leder, Wolle, Knochen und Fleischkonserven abzuwerfen vermag, wird die Viehwirtschaft in den eigentlichen Tropen in der Regel nur als Stütze der Acker- und Hauswirtschaft — etwa von lokalem Absatz abgesehen — ins Auge gefafst werden können.

Die Litteratur über die tropischen Haustiere ist bis jetzt nur eine aufserordentlich knappe. Man ist vielfach darauf an-

gewiesen, in der tropischen Reiselitteratur die zerstreuten Notizen über die Lebens- und Existenzbedingungen derselben zu sammeln. Ein einheitliches Werk, welches die tropische Viehzucht behandelt, ist bis jetzt noch nicht vorhanden. Die nachfolgenden Angaben sind daher auch noch recht knapp und enthalten vielleicht manches, was der Berichtigung bedürftig ist. Es liegen ihnen — abgesehen von den auf den eigenen Reisen gemachten Studien und gesammelten Erfahrungen — vornehmlich folgende Werke und Schriften zu Grunde:

1. Dr. Johann Christian Daniel von Schreber, Die Säugetiere in Abbildungen nach der Natur mit Beschreibungen, nebst den Supplementbänden von Dr. Johann Andreas Wagner. Erlangen bezw. Leipzig 1775—1855.
2. Brehms Tierleben. Dritter Band. 2. Auflage. Leipzig 1877.
3. G. J. Hengeveld, Het Rundvee, zijne verschillende Soorten, Rassen en Veredeling. Harlem 1865.
4. Naturkräfte, Sechzehnter Band. C. E. R. Hartmann, Darwinismus und Tierproduktion. IV. Über die Abstammung unserer Haustiere. S. 154—214. München 1876.
5. Dr. Julius Kühn, Das Studium der Landwirtschaft an der Universität Halle. Geschichtliche Entwickelung und Organisation desselben. Der landwirtschaftliche Tiergarten oder Haustiergarten. S. 120—137. Cottbus 1888.

Die nachfolgenden Angaben wären indessen noch weit unvollkommenerer Natur, wenn sie nicht durch die mündliche Aussprache und das freundliche Interesse gefördert wären, welches Herr Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Jul. Kühn dieser Arbeit entgegenbrachte. Professor Kühn hat seit etwa 20 Jahren im Haustiergarten des landwirtschaftlichen Instituts der Universität Halle eine aufserordentlich grofse Anzahl von Haustieren aus der ganzen Welt zusammengeführt — gegenwärtig zählt der Haustiergarten etwa 120 Arten und Rassen von Haustieren — und somit reiche Erfahrungen aus nächster Anschauung über die Lebensbedingungen u. s. w. derselben gesammelt, aus welchen er so gütig war, mir mitzuteilen.

In der Vorführung der tropischen und subtropischen Haustiere wird es am vorteilhaftesten sein, dieselben nicht nach ihrer Nutzung zu gruppieren, sondern den zoologischen Gesichtspunkt entscheiden zu lassen. Ich teile daher, wie dieses ja auch in allen Handbüchern der Landwirtschaft üblich, ein in Rindvieh, Schafvieh, Pferde und Maultiere, Schweine u. s. w. u. s. w. In Bezug auf die Characteristica der Haustiere halte ich folgende Positionen hier der Beachtung bezw. Erörterung bedürftig:

1. Deutscher bezw. einheimischer Name.
2. Zoologische Bezeichnung mit event. Angabe der Subspecies.
3. Ursprüngliche Heimat und Nutzungsländer.
4. Vornehmlichste Nutzung.
5. Fütterungsbedürfnis.
6. Besondere Ansprüche an Klima und Boden.
7. Besondere Krankheiten.
8. Besondere Bemerkungen.

Nach diesem Schema werde ich die Haustiere, welche für die deutschen Kolonieen in Afrika in Betracht kommen können, vorführen.

a. Rindvieh.

I. 1. Das **Stirnrind**, bekannter unter dem Namen **Gayal**.
2. Bibos frontalis, Bibos gavaeus.
3. Ursprüngliche Heimat: das Festland von Indien. Es wird wohl ausschliefslich in Indien gezüchtet.
4. Vornehmlichste Nutzung. Das Stirnrind ist als Fleischtier zu nutzen, die Milchergiebigkeit ist gering, die Milch jedoch sehr fettreich. Als Arbeitstier ist das Stirnrind wohl brauchbar, wird als solches aber bis jetzt wenig benutzt.
5. Fütterungsbedürfnis. Die Ansprüche an die Ernährung scheinen nicht besonders hoch zu sein.
6. Besondere Ansprüche an Klima und Boden. Das Stirnrind beansprucht waldige und schattige Gelände; zu heifse und zu trockene Landstriche, insbesondere Hochebenen sagen ihm nicht zu.
7. Besondere Krankheiten sind nicht bekannt.
8. Besondere Bemerkungen. Vermutlich identisch mit dem Stirnrind ist das Dschungelrind, Bos gaurus, auch Bos cavifrons oder Bibos subhemalachus genannt, welches jedoch nicht zähmbar ist. Das Stirnrind ist in Indien auch noch in grofser Anzahl wild anzutreffen. Bemerkenswert ist, dafs im landwirtschaftlichen Haustiergarten der Universität Halle die Gayalbastarde sich durch eine grofse Milchergiebigkeit und obendrein eine besonders fettreiche Milch auszeichneten (in einem Falle bis zu 9,22 % Fett und im Mittel bei demselben Tiere 5,81 % Fett). Professor Kühn bemerkt, dafs der hier in Frage gezogene Gayalbastard nicht nur 35,5 % mehr Milch ergab als seine reinblütige

Budjadinger Mutter, sondern auch eine um 70 % fettreichere Milch lieferte; es zeigte sich ferner dieser Gayalbastard einer Original-Jersey-Kuh bester Zucht in Quantität und Qualität der Milch gleichwertig. Andere Gayalbastarde (z. B. Gayal-Simmenthaler mit 6,47 % Fett in der Milch[1] bei einer Milchergiebigkeit von 5,1 Liter pro Tag während 48wöchentlicher Lactationsperiode) bewährten sich gleichfalls als Producenten sehr fettreicher Milch.

Es ist daher der Gayal sowohl als reinblütige Zucht wie vielleicht vornehmlich zur Aufbesserung des Milchviehes in Tropenländern der höchsten Beachtung wert. Doch wird man ihn mit Erfolg nur in feuchten Küstengegenden oder auf waldreichem Kontinente verwerten können. Für trockene Hochländer wird er sich vermutlich nicht eignen.

II. 1. Das **Sylhetanische Rind** oder Jungly Gau.
2. Bibos Sylhetanus (Bos frontalis Lambert).
3. Ursprüngliche Heimat: Festland von Indien.

Dieses Rind repräsentiert keine selbständige Rasse, wie früher angenommen wurde, sondern ist nichts anderes, als der gewöhnliche Gayal (I), speciell jener Schlag, welcher in Sylhet, Chittagong und Tipura halbwild gehalten wird. Alles, was über den Gayal gesagt ist, gilt auch für dieses Rind; und wenn ich es besonders namhaft gemacht, so ist dieses nur geschehen, weil es von einigen Gelehrten irrtümlich noch als eine selbständige Rasse hingestellt wird.

III. 1. Das **Sundarind**, Banteng, Banting. (Die Kühe werden Sapi oder Sampi genannt.)
2. Bibos sondaicus, Bos Banteng.
3. Ursprüngliche Heimat: die indisch-malayischen Inseln. Das Sundarind wird in der ursprünglichen Heimat noch nicht gezüchtet. Nur auf der Insel Bali soll es gezähmt vorkommen.
4. Vornehmlichste Nutzung. Das Sundarind liefert vorzügliches Fleisch und ausgezeichnetes Leder. Zum Zuge ist es zu zart.
5. Futterbedürfnis. Das Sundarind ist ein sehr guter Futterverwerter.
6. Besondere Ansprüche an Klima und Boden. Das Sundarind lebt sowohl in Gebirgen bis über 1300 m Höhe

[1] Dr. Julius Kühn, Das Studium der Landwirtschaft. S. 128 ff.

wie auch in feuchten Niederungen, es verträgt niedriges sumpfiges Gelände ausgezeichnet. Trockene Steppenluft oder Hochplateaus verträgt es vermutlich nicht.

7. Besondere Krankheiten sind nicht bekannt.
8. Besondere Bemerkungen. Das Sundarind lebt noch in grofser Anzahl in wildem Zustand. Die Zähmung junger Tiere ist sehr leicht; es wird ein gutmütiges und folgsames Haustier.

IV. 1. Der **Höckerochse, Buckelochse, Zebu.**

2. Bos Zebu, Bos indicus. Man unterscheidet vornehmlich: Grofser Zebu (indischer, Brahminen-, Madagaskar-, grofser kurzhörniger afrikanischer Zebu) und mittelgrofser und Zwerg-Zebu. — Den Zebus ist auch das Sangarind zuzurechnen, welches unter V behandelt werden soll.
3. Ursprüngliche Heimat: Indien; Madagaskar und Afrika sind zweifelhaft.

   Gezüchtet wird der Zebu überall in den Heimatländern, und hat dort eine aufserordentlich grofse wirtschaftliche Bedeutung.
4. Vornehmlichste Nutzung. Der Zebu ist sowohl ein vorzügliches Fleisch- wie auch leidliches Milchtier. Der grofse Zebu wird vornehmlich zum Reiten, Lasttragen und Zuge mit bestem Erfolge genutzt. Der Zebu ist gewandt, schnell und gelehrig.
5. Das Futterbedürfnis des Zebu ist relativ gering. Er ist ein guter Futterverwerter.
6. Besondere Ansprüche an Klima und Boden. Der Zebu liebt Licht und Trocknis und ist daher für trockene Landstriche besonders geeignet.
7. Besondere Krankheiten sind nicht bekannt.
8. Besondere Bemerkungen. Der Zebu ist das Zukunftstier Afrikas, insbesondere der grofse Zebu. Seine rationelle Zucht eignet sich nicht allein für Mittel-, sondern auch für Südwestafrika. Im Lastentragen und als Reittier ersetzt er das Kamel und als Zugtier ist er ganz ausgezeichnet. Dieses gilt jedoch nur von den grofsen Rassen. Die kleinen sind zu schwach für diese Zwecke und eignen sich nur zur Fleisch- und Milchnutzung.

V. 1. Das **Sangarind.**

2. Bos Zebu, var. Sanga, Bibos africanus.
3. Ursprüngliche Heimat: Abessinien und die Gallaländer. Es wird überall in der ursprünglichen Heimat gezogen.

4. Vornehmlichste Nutzung. Das Sangarind liefert vornehmlich Fleisch, auch Milch; von manchen afrikanischen Stämmen wird es nur zur Zierde gezüchtet.
5. Futterbedürfnis. Das Sangarind ist sehr anspruchslos an die Nahrungsmittel.
6. Besondere Ansprüche an Klima und Boden. Das Sangarind verträgt trockenes Land mit Steppencharakter und Hochplateaus.
7. Besondere Krankheiten sind nicht bekannt.
8. Besondere Bemerkungen. Das Sangarind, zumal da es in Mittelafrika indigen, ist vornehmlich mit ins Auge zu fassen, wenn es sich um Herdegründungen in Ostafrika handelt.

VI. 1. Der **Büffel.**
2. Bos bubalus, Bubalus vulgaris.
3. Ursprüngliche Heimat: Ostindien und Thibet. Der Büffel wird jetzt aufser in seiner ursprünglichen Heimat vornehmlich in Ägypten, sodann auch in Südeuropa (besonders Italien und in den Donauländern) gezüchtet.
4. Vornehmlichste Nutzung. Der Büffel ist ein ausgezeichnetes Arbeitstier, klug, gewandt und auch ausdauernd; in jeder dieser Beziehungen steht er über dem Gayal. Das Fleisch ist von keinem angenehmen Geschmack; die Milch gilt für sehr fettreich, doch sind die aus ihr gewonnenen Butter- und Käseprodukte von zweifelhafter Güte.
5. Das Futterbedürfnis des Büffels ist ein aufserordentlich geringes. Er nimmt mit der schlechtesten Ernährung und Kost vorlieb und frifst, so zu sagen, alles, was man ihm giebt.
6. Besondere Ansprüche an Klima und Boden. Der Büffel leistet vorzügliche Feldarbeit in sumpfiger und morastiger Niederung, in welcher er sowohl seine Gesundheit wie auch seine Arbeitskraft langjährig erhält. Trockenes Hochland scheint ihm weniger zuzusagen.
7. Besondere Krankheiten. Der Büffel soll vornehmlich einer Seuche ausgesetzt sein, welche dem Milzbrand sehr ähnlich ist, und ihren Ursprung wohl vornehmlich in sumpfiger Niederung hat.
8. Besondere Bemerkungen. Bubalus vulgaris ist auch noch viel in seiner eigentlichen Heimat in wildem Zustande anzutreffen. Dieses gilt auch besonders von

VII. 1. Der **Karbau.** Hausbüffel der indischen Eilande.
2. Bos bubalus var. Sondaica (Müller und Schlegel).
3. Ursprüngliche Heimat: Sundainseln und die Philippinen.
4. 5. 6. 7. In diesen Punkten gleicht er dem Bubalus vulgaris.
8. Besondere Bemerkungen. Der Karbau hat vielleicht in Niederungen des Kamerungebietes einen besonderen Kulturwert als Arbeitstier, sofern der grofse Zebu dort versagen sollte.

VIII. 1. Der **Kapbüffel** und der **Kurzhornbüffel.**
2. Bubalus caffer (Sparrmann) und Bubalus brachyceros (Gray).
3. Ursprüngliche Heimat ist Südafrika bezw. Central- und Westafrika. Diese Büffelarten sind bis jetzt der Kultur noch nicht unterworfen, wenigstens nicht in nennenswerter Weise. Ihre Zähmung scheint mit grofsen Schwierigkeiten verbunden zu sein, doch ist sie wohl nicht ausgeschlossen. Ihr Kulturwert ist vielleicht ein nicht zu unterschätzender; da jedoch das Stirnrind wie der Zebu, der gemeine Büffel und der Karbau ausgezeichnete wirtschaftliche Leistungen in Afrika in Aussicht stellen oder schon aufweisen, so ist die Frage nach der Zähmung des Kap- und Kurzhornbüffels keine Existenzfrage der afrikanischen Rindviehzucht.

IX. 1. Das **südspanische Rind** (auch das südeuropäische und das ungarische Rind).
2. Bos primigenius.

Es sind in Südafrika und an der westafrikanischen Küste, namentlich in den portugiesischen Besitzungen und am Kongo, vereinzelt südspanische (langgehörnte) Rinder anzutreffen. Aber der Fleischansatz wie die Milchergiebigkeit dieser Tiere ist so mäfsig, dafs sie mit den oben aufgeführten Rassen in den heissen Tropenländern schwerlich in Konkurrenz treten können. Auch zum Zuge und zur Lastenbeförderung sind sie dort anscheinend weniger geeignet als die genannten Rassen. Da indessen speciell das südspanische Rind für die Einführung von Rindvieh nach Deutsch-Westafrika in Frage gezogen werden kann, wollte ich desselben wenigstens Erwähnung thun.

b. Schafvieh.

X. 1. Das **Fettsteifsschaf** oder der **Fettsteiss.**
2. Ovis aries steatopyga (Pallas).
3. Ursprüngliche Heimat: Mittelasien und Südosteuropa. Der Fettsteifs hat sich über seine ursprüngliche Heimat hinaus wenig verbreitet.
4. Die vornehmlichste Nutzung ist die des Fleisches und des Fettes; die Wolle ist weniger wertvoll.
5. Das Futterbedürfnis des Fettsteifsschafes ist kein sehr grofses, obgleich dieses Tier gute Ernährung vorzüglich lohnt, namentlich auch durch kräftige Entwickelung des Fettpolsters.
6. Besondere Ansprüche an Klima und Boden. Das Fettsteifsschaf ist ein Steppentier, und salzhaltige Steppen sagen ihm besonders zu. Es gehört zu denjenigen Tieren, welche selbst auf sehr salzreichen Böden noch eine ausgezeichnete Nutzung gewähren und zeitweise Futternot gut überstehen.
7. Besondere Krankheiten sind nicht bekannt. Das Fettsteifsschaf scheint eine ausgezeichnet feste Konstitution zu besitzen.
8. Besondere Bemerkungen. Sofern sich nicht das Hochland von Centralafrika als zu heifs erweist, dürfte sich das Fettsteifsschaf zur Ausnutzung der salzigen Steppen daselbst empfehlen. Auch kann für Südwestafrika seine Nutzung ins Auge gefafst werden.

Zu dem Fettsteifsschaf gehört auch das durch seine Fruchtbarkeit besonders ausgezeichnete ungehörnte chinesische Ongtischaf, welches fast regelmäfsig 2—5 Junge wirft, die ein wertvolles Pelzwerk erhalten.

XI. 1. Das **Fettschwanzschaf.**
2. Ovis aries platyura.
3. Ursprüngliche Heimat: Indien, Persien und Arabien. Dieses Schaf ist weit verbreitet in Asien, in manchen Teilen Afrikas, am mittelländischen Meere und in Südwestasien.
4. Die vornehmlichste Nutzung besteht in der Fleisch- und Fettproduktion des Schafes; das Fell der Lämmer mancher Formen dieser Rasse wird sehr geschätzt.
5. Das Futterbedürfnis des Fettschwanzschafes ist ein relativ geringes.

6. Besondere Ansprüche an Klima und Boden. Das Fettschwanzschaf zieht die trockenen Klimate den feucht-heifsen vor, gedeiht jedoch auch in den letzteren vorzüglich. Sumpfiger Boden scheint ihm nicht zuzusagen.
7. Besondere Krankheiten sind nicht bekannt. Das Fettschwanzschaf zeichnet sich durch eine feste Konstitution aus.
8. Besondere Bemerkungen. Das Fettschwanzschaf verdient besonders für das Hochland von Afrika und für den ostafrikanischen Küstenstrich Beachtung, wo es auch bereits weit verbreitet ist.

XII. 1. Das **Stummelschwanzschaf** oder das Somalischaf.
2. Ovis aries (recurvicauda) pachycerca.
3. Ursprüngliche Heimat: Arabien und die Somaliländer. Es ist in den ursprünglichen Heimatländern und von Arabien bis Persien verbreitet.
4. Die vornehmlichste Nutzung besteht in Fleisch, Fett und Milch. Das Schaf trägt keine Wolle; der Körper ist mit kurzem markhaltigem Oberhaar und mit mäfsig entwickeltem Unterhaar bedeckt.
5. Das Futterbedürfnis des Stummelschwanzschafes ist relativ gering.
6. Besondere Ansprüche an Klima und Boden. Das Stummelschwanzschaf scheint sich in Höhen wie in Niederungen gleich wohl zu befinden.
7. Besondere Krankheiten sind nicht bekannt.
8. Besondere Bemerkungen. Das Stummelschwanzschaf verdient besonders für Ost- und Südwestafrika Beachtung.

XIII. 1. Das **abessinische Kurzohrschaf.**
2. Ovis aries brachyota (Kühn).
3. Ursprüngliche Heimat: Abessinien, wo es vornehmlich auf hohen Bergweiden gehalten wird.
4. Die vornehmlichste Nutzung besteht in Fleisch und Milch. Wolle liefert es nicht.
5. Das Futterbedürfnis des Kurzohrschafes scheint nicht ausnehmend gering zu sein; es scheint fette Bergweiden zu beanspruchen.
6. Besondere Ansprüche an Klima und Boden. Das Kurzohrschaf liebt gebirgiges Terrain und vielleicht primäre Verwitterungsböden.

7. Besondere Krankheiten sind nicht bekannt.
8. Besondere Bemerkungen. Die Einführung des Kurzohrschafes kann nur in Gebirgsländern in Frage kommen.

XIV. 1. Das **Mähnenschaf** oder **Dinkaschaf.**
2. Ovis aries africana.

XV. 1. Das **Guineaschaf** und **Senegalschaf.**
2. Ovis aries longipes guineeus und senegalensis.

Die beiden letztgenannten Rassen nebst der grofsen Zahl der afrikanischen Schafe, welche diesen ähneln, sind ebenso genügsame Tiere wie von fester Konstitution. Sie dienen vor allem der Fleischproduktion.

XVI. An **Wollschafen** kommen vornehmlich in Betracht das aufserordentlich genügsame Zackelschaf, Ovis aries strepsiceros, in den Subtropen das spanische Merinoschaf, Ovis aries. Die Wolle, insbesondere der Merinoschafe, erhält in den Subtropen infolge der vermehrten Schweifsabsonderung einen derartig schönen Glanz und derartige feine Kräuselung und Elasticität, dafs sie in dieser Beziehung anerkanntermafsen selbst die edelsten Züchtungen in Europa übertrifft, vorausgesetzt, dafs die Zucht in den Subtropen rationell betrieben wird. Sollte es daher gelingen, in Deutsch-Südwestafrika eine gesunde Merinoschafwirtschaft einzuführen, so wird dieselbe sicherlich in Bezug auf die Qualität der Wolle ein ausgezeichnetes Produkt liefern.

c. Ziegen.

XVII. Die **Hausziege**, Capra domestica, kommt in einer aufserordentlich grofsen Anzahl von Rassen sowohl in der gemäfsigten Zone wie in den Tropen vor, welche sämtlich hier aufzuführen aus folgendem Grunde nicht thunlich erscheint. Die Bedeutung der Ziegen in den Tropenländern besteht bekanntlich ebensosehr in ihrer Fleisch- wie Milchnutzung; für den Ackerbau wie für die Plantagenwirtschaft hat jedoch die Ziege in der Tropenzone ebensowenig Bedeutung wie in der gemäfsigten, so dafs sie bis jetzt als ein hervorragender Wirtschaftsfaktor nicht anzusprechen ist; wohl aber vermag sie in einer Kleinwirtschaft oder in der Hauswirtschaft eines Missionars oder Faktoristen ein unentbehrliches Haustier abzugeben. In Afrika ist die Ziege überall und in allen Gröfsen, Formen und Farben

verbreitet — die äthiopische, die langhaarige tunesische, die mopsnasige hängeohrige nubische, die schlanke langhörnige Angola-Ziege, die Kamerun-Ziege, die Zwergziege u. s. w. Man wird gut thun, zunächst denjenigen Rassen den Vorzug zu geben, welche man in der zu kolonisierenden Gegend antrifft und welche sich daselbst den Verhältnissen angepafst haben. Durch Veredlung einer heimischen Zucht wird man bei der relativ leichten Vermehrungsfähigkeit der Hausziege gemeiniglich schneller und billiger zum Ziele kommen als durch den Import ungenügend bekannter oder nicht sicher geprüfter neuer Rassen.

Da die Frage der Ziegennutzung in Einzelfällen zwar eine sehr wichtige werden kann, im allgemeinen jedoch — zumal bei dem anerkannt hohen Werte der grofsen wie kleinen Zebus — hier nicht ins Gewicht fällt, darf ich wohl von weiteren Erörterungen in diesem I. Bande des Buches absehen. Etwaige Bemerkungen von Wichtigkeit fügen sich besser dem folgenden Teile ein.

d. Schweine.

Wie die Ziegennutzung, so wird auch die Schweinenutzung in den deutschen Kolonieen Afrikas zunächst eine mehr lokale Bedeutung haben, so dafs man in der Schweine zucht einen gewichtigen Produktionsfaktor der Wirtschaft wird nicht sofort festlegen können.

Unter den Schweinerassen, welche neben den etwa bereits eingeführten oder neben den auf ihre Acclimatisationsfähigkeit zu prüfenden englischen von besonderer Wichtigkeit sind, sind aufzuführen:

XVIII.

1. Das **kurzohrige chinesische Schwein.**
2. Sus chinensis.
3. Ursprüngliche Heimat: Indien. Es hat die weiteste Verbreitung in China und Indien gefunden, ist auch in England rein anzutreffen.
4. Die vornehmlichste Nutzung ist die des Fleisches und Speckes. Der Geschmack des ersteren sagt jedoch dem Europäer nicht besonders zu.
5. Das Futterbedürfnis. Um ein geniefsbares Fleisch zu erhalten, bedarf das chinesische Schwein sorgsamer Futterauswahl, so dafs die Ansprüche an die Ernährung

nicht unterschätzt werden dürfen. Im übrigen ist die Mästungsfähigkeit der chinesischen Schweine eine anerkannt leichte. Starke Gewürze verträgt das Schwein nicht.

6. Besondere Ansprüche an Klima und Boden. Das chinesische Schwein beansprucht warmes Klima ohne schroffe Witterungswechsel.
7. Besondere Krankheiten sind nicht bekannt.
8. Besondere Bemerkungen. Trotz der vielen guten Eigenschaften des chinesischen Schweines, welche ihm auch eine leichte Einbürgerung in England behufs Kreuzung mit den einheimischen Rassen verschafft haben, hängt diesem hoch gezüchteten Tiere der Nachteil an, dafs es sich häufig unfruchtbar oder mit zu geringer Fruchtbarkeit behaftet zeigt. Diesem Übelstande ist durch Kreuzung mit englischen Rassen bis zu einem gewissen Grade abzuhelfen; und es ist daher zu empfehlen, wo Einführung der Schweinezucht in Afrika ins Werk gesetzt werden soll und diejenige des chinesischen Schweines ins Auge gefafst ist, dieses Schwein nie rein zu züchten, sondern mit bereits eingelebten Tieren oder englischen Rassen zu kreuzen.

XIX. 1. Das **grofsohrige japanesische Masken-** oder **Faltenschwein.**
2. Sus pliciceps (Gray).
3. Ursprüngliche Heimat: Indien. Das japanesische Schwein wird vornehmlich in Japan gezüchtet.
4. Vornehmlichste Nutzung. Fleisch und Speck.
5. und 6. In diesen Punkten gleicht es dem chinesischen Schwein.
7. Besondere Krankheiten. Das japanesische Schwein zeigt eine grofse Disposition zu Lungenkrankheiten, welche es auch auf seine Kreuzungsprodukte vererbt.
8. Besondere Bemerkungen. Das japanesische Schwein unterscheidet sich insofern recht vorteilhaft von dem chinesischen, als seine Fruchtbarkeit eine sehr grofse ist.

e. Pferde, Esel und Maultiere.

XX. Das **Pferd** hat in den eigentlichen Tropenländern bekanntlich eine nur sehr beschränkte Verbreitung, da ihm daselbst die klimatischen Verhältnisse nicht zusagen. Bei den Haussas, welche südlich und nördlich des 10.° N. Br. in Afrika angesessen sind, wird das Pferd seit langem (zwar nur als Reittier) genutzt, jedoch zeigt auch hier bereits

die schwache Vermehrung, dafs das heifse Klima der Pferdezucht im allgemeinen nicht günstig ist; sicher ist das im Süden dieses Landes der Fall. Auch Krankheiten ähnlich der Malaria und Dysenterie, ferner häufig Hufspaltungen und eine unserer Mauke ähnliche Hufkrankheit, schliefslich Geschwüre, welche sich sehr leicht an Druckstellen bilden, und Belästigungen durch Zecken, Hartfliegen und Stechfliegen, alle diese Plagen decimieren den Pferdebestand der Haussaländer fortwährend und zwingen zu ständiger Neueinfuhr von Pferden. Es ist nach dem Urteil eines sachkundigen Reisenden (Paul Staudinger[1]) noch sehr die Frage, ob z. B. am Benuë und selbst bei vorsichtiger Auswahl und Behandlung dauernd eine Rasse fortzuzüchten ist.

Das Haussapferd, welches ein Abkömmling der Berberrasse zu sein scheint und in einer grofsen und einer ungemein ausdauernden kleinen Varietät vertreten ist, ist vielleicht neben dem eigentlich arabischen Pferde die einzige Pferderasse, welche für die rein tropischen Kolonieen in Afrika in Frage kommen kann. Bei guter Haltung und rationeller Ernährung ist es daselbst vielleicht züchtungs- und leistungsfähig. An die Einführung europäischer Pferderassen in die Tropenländer ist nicht zu denken, da diese sich nicht derart acclimatisieren, dafs eine gedeihliche Fortpflanzung möglich.

In den Subtropen Afrikas, also speciell in Südwestafrika, liegen die Verhältnisse für die Pferdezucht bereits günstiger, aber schwerlich wird auch dorthin ein auf die Dauer leistungsfähiges und brauchbares Pferdematerial direkt aus Europa — etwa von den südrussischen Pferden abgesehen — importiert werden können. Vielleicht rentiert es sich, hier das brasilianische oder argentinische Kamppferd einzubürgern, das als ebenso leistungsfähig und ausdauernd wie auch genügsam bekannt ist.

XXI. Wertvoller als das Pferd ist für die Tropenländer der **Esel** (Equus Asinus), der sowohl in Asien wie auch in der nördlichen Hälfte Afrikas noch im wilden Zustande anzutreffen ist. Bei den Haussas wird neben dem eigentlichen Hausesel (Asinus domesticus L.) auch ein gezähmter

[1] Paul Staudinger, Im Herzen der Haussa-Länder. Oldenburg-Leipzig 1891. S. 667 ff.

Steppenesel gehalten, vermutlich jener Wildesel, — Asinus taeniopus Heugl. — welcher durch ganz Nordafrika bis zu den Somaliländern anzutreffen ist. — Die Lebensbedingungen, Eigenschaften und Leistungsfähigkeit des Esels sind zu bekannt, als dafs ich nötig hätte, hier näher auf dieselben einzugehen. Bei der Einführung desselben in unsere afrikanischen Kolonieen, zumal Ostafrika, dürfte es sich empfehlen, den edleren Eselrassen, wie dem weifsen arabischen Esel, speciell dem Maskatesel, den Vorzug zu geben, oder doch dieses Material zu Kreuzungen mit dem gezähmten Wildesel zu verwenden.

XXII. Das **Maultier** (Equus mulus) hat vielleicht eine gleiche Bedeutung für die Kolonieen in Afrika wie der Esel. Nach der Verwendung dieses Tieres im heifsen Brasilien zu schliefsen, verdient das Maultier ernstlich zum Gebrauch in den südlichen wie centralen Kolonieen ins Auge gefafst zu werden. Namentlich hat es sich zum Transport auf langen Märschen stets vorzüglich bewährt. Es ist ebenso ausdauernd und genügsam, wie auch leistungsfähig, zumal wenn die Ernährung in der Jugend eine kräftige gewesen.

Der Maulesel (Equus hinnus) hat eine zu geringe Verbreitung und seine Züchtung ist zu unsicher, als dafs er einen besonderen Kulturwert beanspruchen dürfte.

Leider ist auch die Züchtung des Maultieres mit vielen Umständen verbunden und dieses wird die Einführung desselben in Afrika sehr erschweren.

f. Kamele.

XXIII. 1. Das **Dromedar** oder **einhöckerige Kamel.**

2. Camelus dromedarius.

3. Ursprüngliche Heimat: West- und Südasien. Gezogen und genutzt wird das Dromedar am meisten in den Wüstenländern Afrikas und in Arabien. Mit dem ca. 12.° N. Br. hört im Innern Afrikas die Kamelzucht auf; doch geht sie an der Küste südlicher.

4. Vornehmlichste Nutzung. Das Dromedar wird vornehmlich als Reit- und Lasttier genutzt; in Indien auch als Zugtier.

5. Das Futterbedürfnis ist ein aufserordentlich geringes, die schlechteste Kost genügt dem Magen des Dromedars, neben Hunger vermag es bekanntlich im hohen Grade Durst zu ertragen.
6. Besondere Ansprüche an Klima und Boden. Das Dromedar verlangt trockene Wüsten- und Steppenluft wie trockenen Boden. Sumpfige Niederungen oder feuchte Küstenländer sagen ihm nicht zu, ebensowenig gebirgige Terrains. Dort, wo eine sei es auch nur kurze Regenzeit alljährlich eintritt, vermag das Dromedar nicht zu existieren.
7. Besondere Krankheiten sind nicht bekannt.
8. Besondere Bemerkungen. Ob das Dromedar sich auch in den deutsch-afrikanischen Besitzungen verwerten läfst, bedarf zunächst der Prüfung. Vielleicht hat es für Südwestafrika eine Bedeutung als Transport- oder Reittier.

XXIV. 1. Das **Trampeltier** oder **zweihöckerige Kamel.**
2. Camelus bactrianus.
3. Ursprüngliche Heimat: Central- und Ostasien, wo es auch mehr gezüchtet und genutzt wird, als in Westasien und Afrika.

4.—8. In diesen Punkten gleicht das zweihöckerige Kamel vollständig dem einhöckerigen.

g. Elefanten.

XXV. Über die Nutzung des **indischen Elefanten** (Elephas indicus) und auch des **afrikanischen** (Elephas africanus) ist schon viel geschrieben worden, und die Gelehrigkeit wie auch die angeborene Gutmütigkeit, der Fleifs und die Kraft dieser Tiere lassen immer wieder die Aufforderung laut werden, auch in den deutschen afrikanischen Kolonieen sich des Elefanten als Haustiers zu bedienen. Es hat den Anschein, dafs auch der afrikanische Elefant nicht minder wie der indische, wild oder jung eingefangen, sehr wohl sich an Menschen und Arbeit gewöhnt und neuerdings liegen dafür sichere Beispiele vor. Auch ist der Nutzen des Elefanten namentlich auf Expeditionen und Kriegszügen ein anerkannt grofser, aber im rationellen agrikulturellen Betriebe mufs seine Haltung als durchaus unökonomisch bezeichnet werden, selbst wenn der Preis desselben wie in

Indien nicht mehr als 600—1500 Mark betragen würde. Brehm sagt in seinem Werke (III. Band 2. Aufl. S. 497): „Fragt man, ob es zweckmäfsig ist, einen Marstall von Elefanten z. B. auf Ceylon zu halten, so mufs die Antwort lauten: dafs sie allerdings in den noch unbebauten Landteilen von Nutzen sind, wo Wälder nur durch rauhe Pfade durchschnitten werden und Flüsse zu durchkreuzen sind, dafs aber in Gegenden, wo Ochsen und Pferde zum Zuge angewandt werden können, ihre kostbare Verwendung sehr eingeschränkt, wenn nicht gänzlich entbehrt werden darf.“ Dieser Ansicht schliefse ich mich an, und so sehr ich anerkennen will, dafs in einzelnen besonderen Fällen die Nutzung eines oder mehrerer Elefanten zur Arbeit eine sehr wertvolle und einzig in ihrer Art sein kann, so mufs ich doch einen besonders landwirtschaftlichen Kulturwert des Elefanten in Abrede stellen.

Nichtsdestoweniger mag es nicht unterlassen bleiben, ernstlich zu versuchen, den afrikanischen Elefanten zu zähmen, und man mag sachkundige indische Elefantenfänger anwerben, welche diese Arbeit auf sich nehmen. Wie ein schön gepflegter Blumengarten oder ein herrlicher Park den Menschen ergötzt, so hat er auch seine Freude daran, dieses stärkste lebende Wesen der Erde seiner Macht und Kultur unterworfen zu sehen.

h. Federvieh.

Als Federvieh kommt hier einerseits das sogenannte Geflügel: Hühner, Enten, Gänse und Tauben in Frage wie andererseits jener Vogel, welcher nicht des Fleisches und der Eier wegen, sondern ausschliefslich des Federschmuckes wegen gezüchtet wird: der Straufs.

XXVI. In den Tropen wie in allen warmen Ländern hat bekanntlich die **Geflügelzucht** eine grofse Bedeutung, da sie sowohl die nahrhaften Eier liefert, als auch jederzeit frisches nahrhaftes Fleisch in kleinen Quantitäten zu bieten vermag. In allen warmen Ländern, selbst bei den unkultiviertesten Horden Afrikas findet sich daher stets eine umfangreiche Geflügelzucht, und andererseits werden die schwersten Enten- und Hühnerrassen in den Tropen und Subtropen gezogen. Fast überall an den afrikanischen Küsten und

Flüssen, wo Europäer sich als Faktoristen oder als Missionare niedergelassen haben, wird der Hühner- oder Entenzucht vom ersten Augenblicke an ein besonderes Interesse entgegengebracht, und daher hält es nicht schwer, überall Rassen dieser Vögel zu finden, welche den jedesmaligen Verhältnissen entsprechen. Es hat jedoch diese Geflügelzucht eine Bedeutung, die sich nur auf die innere Hauswirtschaft bezieht, als selbständiger Faktor kommt sie dagegen kaum in Betracht. Daher kann ich hier nicht näher auf dieselbe eingehen. Anders verhält es sich mit der Straufsenzucht.

XXVII. 1. Der **zweizehige Straufs.**
2. Struthio camelus L.
3. Ursprüngliche Heimat: Afrika. Der Straufs wird vornehmlich in Südafrika gezüchtet (aber auch in den Haussa- und Somaliländern).
4. Die vornehmlichste Nutzung des Straufses besteht in seinen Federn. Die Eier können gegessen werden, es sind auch die Eierschalen wertvoll.
5. Das Futterbedürfnis des Straufses ist ein äufserst geringes.
6. Besondere Ansprüche an Klima und Boden. Der Straufs beansprucht sowohl trockenen, relativ vegetationsarmen Boden, wie ein trockenwarmes bis trockenheifses sonniges Klima. Anhaltende Kälte verträgt er ebensowenig, wie kürzere oder längere Regenperioden. Einzelne kalte Nächte wie einzelne Regentage schaden ihm nicht.
7. Besondere Krankheiten des Straufses sind nicht bekannt.
8. Besondere Bemerkungen. Eine rationelle Straufsenzucht, wie sie namentlich im Kaplande betrieben wird, dürfte in Südwestafrika hie oder da gewinnbringend sein.

i. Wilde Tiere, welche der Zähmung wert sind.

Unter den mannigfaltigen Vorschlägen, welche in Bezug auf die Zähmung wilder afrikanischer Tiere gemacht worden sind, ist keiner so wichtig als derjenige, welcher die Zähmung der Elenantilope betrifft, und man wird mir nicht den Vorwurf machen können, Phantomen nachzuhängen, wenn ich darauf verweise, dafs dieses Tier es in der That verdient, in den Kreis der afrikanischen Haustiere gezogen zu werden.

Die **Elenantilope**, auch Elendantilope genannt, Antilope Oreas, ist in fast ganz Afrika wild anzutreffen und liefert durch ihre weite Verbreitung daselbst einen Beweis, dafs sie ein sich aufserordentlich leicht acclimatisierendes und auch genügsames Tier ist. Sie gehört zu den gröfsten Arten der Antilopen und erreicht ausgewachsen ein Gewicht von 450 kg und weit darüber. Sie hat keine bestimmte Brunstzeit, sondern scheint während des ganzen Jahres aufzunehmen; sie trägt ca. 282 Tage. Den Namen Oreas führt diese Antilopenart mit Unrecht, denn sie zieht offene mehr oder weniger ebene Gegenden den gebirgigen durchaus vor. Ihr besonderer Vorzug besteht darin, dafs sie ein aufserordentlich schmackhaftes, schön mit Fett durchwachsenes Fleisch liefert; geräuchert ist dasselbe eine Delikatesse. Auch das Fett des Herzbeutels, welches in einer Menge von 3—4 kg vorhanden, ist sehr schmackhaft. Die Haut verarbeitet sich gut zu Sohlenleder und die langen Hörner finden mannigfache Verwendung. Vor dem Zebu hat diese Antilopenart den Vorzug, dafs sie sich mit knapperem Futter begnügt und selbst auf spärlichen Steppenweiden leicht fett wird. Dieses gilt namentlich von den männlichen Tieren, so dafs man wohl berechtigt ist, zu vermuten, dafs in jungen Jahren geschnittene Elenantilopen (Ochsen) zu den am leichtesten uud schnellsten zu mästenden Tieren zu rechnen sein werden. Die von diesen Tieren besonders gern aufgesuchten Weideplätze sind mit Mimosen spärlich bestandene grasige Ebenen; in denselben sind sie in Herden bis zu 300 und darüber beobachtet worden. In der neuesten Zeit haben sich die Elenantilopen in den meisten europäischen Tiergärten eingeführt und pflanzen sich ohne Schwierigkeiten in denselben fort. Dieses ist wiederum ein Beweis für ihre leichte Anpassung an ungünstigere klimatische Verhältnisse wie für ihre gute Konstitution. Sie werden sogar in englischen Parks gehalten und ihr schmackhaftes Fleisch hat sowohl an der Tafel zu Windsor wie auch in den Tuilerien zu Paris Anerkennung gefunden.

Nur eine Hautkrankheit, welche das Elentier mit anderen Antilopenarten gemein hat, pflegt zuweilen die Herden dahinzuraffen, aber eine gute Pflege und Kost des in Kultur genommenen Tieres dürfte dieselbe kaum aufkommen lassen.

Die Elenantilope ist schliefslich ein Tier, welches der Zähmung keine Schwierigkeiten bereitet, sie ist sehr gutmütig und genügsam; dieses ist schon des öfteren erprobt. Ob sie sich auch zur Milchnutzung und als Zugtier eignet, mufs die Zukunft lehren. Ich nehme keinen Anstand zu behaupten, dafs alle Anzeichen vorhanden sind, nach denen man mit Sicherheit erwarten kann, in der Elenantilope

für Ost- und Südwestafrika ein gut acclimatisiertes und hervorragend nützliches neues Kulturtier heranzuziehen.

Auf die Zähmung anderer afrikanischer Tiere, wie z. B. des Gnu (Antilope catoblepas oder Gnu), einiger anderer Antilopen- oder Gazellenarten, ferner des Quagga (Equus Quagga), des Tigerpferdes (Dauw, Equus Burchelli) oder des Zebra (Equus Zebra), will ich hier nicht näher eingehen, zumal die Zähmung dieser Tiere eine ebenso schwierige wie auch gerade nicht besonders dankbare zu sein scheint. Auch die kleinen Haustiere, wie z. B. der unbarmherzige Feind aller Schlangen, Ratten und Mäuse, der Ichneumon, welche in der tropischen Agrikultur häufig von ganz besonderem Nutzen, ja geradezu unentbehrlich sein können, mögen hier als nicht direkt produktionsfähig übergangen werden.

Über die Krankheiten der tropischen Haustiere sind bis jetzt nur wenig zuverlässige Untersuchungen vorhanden. Die Bezeichnungen derselben bewegen sich heute noch überall in jenen allgemeinen Ausdrücken, welche bei uns noch vor etwa 25 Jahren in gleicher Weise herrschten. Rinderpest, Milzbrand, Lungenseuche, Grind und dergleichen mehr sind in den Tropen Kollektivbegriffe für die verschiedenartigsten Krankheitserscheinungen, ohne dafs sie das Wesen einer einzelnen Krankheit wiederzugeben vermögen. Inwieweit erbliche Veranlagung oder ungünstige Boden- oder Klimaverhältnisse den die tropischen Viehherden oft rapid dahinraffenden Seuchen zu Grunde liegen, bedarf noch specieller Forschung. Es ist indessen durchaus erforderlich, wenn irgendwo ein Viehbetrieb im gröfseren Umfange eingerichtet werden soll, dafs über die Boden- und vornehmlich Wasserverhältnisse und ihre gesundheitliche Güte die vollste Klarheit herrscht. Auch ist es selbstverständlich zu vermeiden, dort an die Gründung einer Herdenwirtschaft zu denken, wo ansteckende Krankheiten häufig grassieren, es sei denn, dafs man ihre Natur richtig erkannt und wirksame Heilmittel gegen dieselben ausfindig gemacht hat. Sehr gewichtige Gesichtspunkte über die Bedingungen der Gesundheit der landwirtschaftlichen Haussäugetiere führt Professor Dr. Dammann in seinem praktischen Handbuch[1] auf, dessen 2. Auflage soeben erschienen ist. In diesem Werke sind alle neuesten Forschungen, welche sich auf die Gesundheit der Haustiere und ihre Existenzbedingungen beziehen, eingehend berücksichtigt.

---

[1] Dr. Carl Dammann, Die Gesundheitspflege der landwirtschaftl. Haussäugetiere. II. Auflage. Berlin 1891.

Es ist schliefslich hier dann noch der Tsetsefliege oder Surreta Erwähnung zu thun, deren Anwesenheit in einer Gegend jede Zucht von Pferden, Rindvieh, Kamelen und Hunden nahezu vollständig ausschliefst. Menschen, wilden Tieren und Kälbern, solange sie saugen, soll sie unschädlich sein. Der Name Tsetsefliege scheint ein Kollektivbegriff für eine gröfsere Anzahl von Fliegen und sogenannten Bremsen zu sein, deren Stiche den Tieren im hohen Grade gefährlich sind. Worauf die Tödlichkeit des Stiches zurückzuführen, ist noch nicht klargestellt, aber die aufserordentliche Gefährdung der Rinderherden durch dieses Insekt ist allgemein anerkannt, und daher mufs der Europäer solchen Gegenden, wo es verbreitet ist, zunächst mit der Rindviehzucht fern bleiben.

Nahezu bei allen Reisenden in Tropenländern vermifst man ein sachkundiges Eingehen auf die Krankheitserscheinungen der tropischen Haustiere, es ist dieses eine Lücke in den Reisebeschreibungen, die jetzt bei der Kolonisierung der deutschen Erwerbungen in Afrika sich recht fühlbar macht. Es ist daher dringend geboten, dafs fachwissenschaftliche Studien auf diesem Gebiete angestellt werden, und wo immer die Einrichtung gröfserer Herdenbetriebe in Aussicht genommen wird, möge man es nicht versäumen, das Urteil eines Tierarztes einzuholen.

In dem vorigen Abschnitte über die Kulturpflanzen wies ich darauf hin, dafs man stets darauf Rücksicht nehmen müsse, die verschiedenartigen tropischen Kulturpflanzen nur dort zu kultivieren, wo ihnen die absolut günstigsten klimatischen und pedologischen Bedingungen geboten würden. Nur also würde man sich vor Enttäuschungen in der Kapitalanlage bewahren und hohen Gewinn für die Mühseligkeiten der Kultur erzielen. Dieses gilt in gleicher Weise für die Tierzucht. In sumpfigen, feuchten Niederungen z. B. den Zebu oder die Elenantilope oder das Merinoschaf, und auf trockenen sonnigen Hochebenen und Steppen den Büffel oder Banteng und Gayal einführen zu wollen, würde einen Mifserfolg im Keime in sich schliefsen. Es gehört zu den wenn auch kostspieligen, so doch sehr lehrreichen Forschungs-Ergebnissen, im Haustiergarten des landwirtschaftlichen Instituts der Universität Halle erkannt zu haben, in wie relativ kurzer Zeit z. B. die Tiere der Hochebenen und Gebirge trotz sorgfältigster Pflege im Verlauf weniger Jahren eingingen, weil ihnen das Klima in Halle nicht zusagte; Mufflon, Argali und sogar der prachtvolle Banteng siechten dahin, ohne dafs der Krankheit Einhalt gethan werden konnte, und die Sektion ergab regelmäfsig eine Erkrankung der in

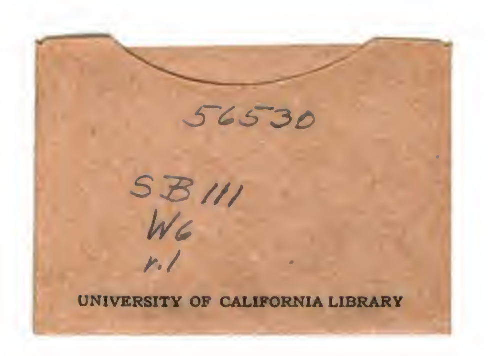
Frage stehenden Respirationsorgane. Man möge daher stets wohlüberlegterweise an die Einführung und Züchtung der landwirtschaftlichen Haustiere in den afrikanischen Kolonieen herantreten.

Nächst der Rücksichtnahme auf die Wahl des Viehes ist dann auch noch der Fütterung hier besonders zu gedenken. Dort, wo es sich um die Ausnutzung von natürlichen Weiden und Steppen handelt, wird zumeist ein nomadenhafter Betrieb der Viehwirtschaft angebracht erscheinen. Wo aber die Viehwirtschaft durch Produktion von Stalldünger den Plantagenbau und die Landwirtschaft stützen soll, ist es erforderlich, den Tieren eine rationelle Pflege und Fütterung angedeihen zu lassen. Daher ist die Frage nach Futterpflanzen und nach der Konservierung derselben für die tropische Landwirtschaft eine sehr wichtige. Mögen auch wohl auf der einen Seite die Abfälle von Kulturpflanzen, wie die Spitzen und Blätter des Zuckerrohres, und auf der anderen Seite Knollengewächse ein sehr nahrhaftes Futter gewähren, so entspricht dasselbe doch nicht in seiner Masse und Haltbarkeit den Anforderungen eines rationellen Betriebes. In diesem empfiehlt es sich namentlich, Sorghum als Viehfutter zu kultivieren, weil diese Pflanze ein ebenso gesundes und nahrhaftes wie auch hohe Erträge lieferndes Gewächs ist, das von allen hier in Frage kommenden Haustieren gern aufgenommen wird. Das Sorghum vermag in den Tropenländern dieselbe hohe Bedeutung für die Fütterung der Haustiere einzunehmen, welche in der gemäſsigten Zone die Futterrübe und die Kartoffel besitzt. Wo an die Arbeitstiere hohe Kraftansprüche gestellt werden, wird man dann auch genötigt sein, dieselben durch sogenannte Kraftfuttermittel — Baumwollsamenkuchen, Erdnuſskuchen etc. —, welche an Ort und Stelle gewonnen werden können, oder auch durch Körnerfutter, insbesondere Mais, in gutem Kraftzustande zu erhalten. Jene alte Lehre, welche den Viehstand nur als notwendiges Übel betrachtete und die es mit sich brachte, daſs man bei uns noch vor 25 Jahren, ja manchenorts auch heute noch, dasjenige Vieh für das wertvollste hält, welches Hunger und nachlässige Behandlung am besten übersteht, darf in einer rationellen Tropenwirtschaft niemals aufgefrischt werden.

Zum Schluſs dieses Abschnittes muſs ich noch auf die groſse Bedeutung hinweisen, welche eine gesunde und kräftige Ernährung für den tropischen Kolonisten hat. Sein ganzes Wohlbefinden und seine Kraft, den Plagen und den klimatischen Krankheiten des tropischen Lebens gewachsen zu sein, hängt in nicht geringem Grade von seiner Nahrung ab. Diese muſs einerseits schmackhaft, dann abwechselnd und vor allem nahrhaft sein. Die üblichen

Konserven, welchen in Afrika allgemein in ausgedehntester Weise zugesprochen wird, sind für den Kolonisten kein auf die Dauer zuträgliches und angenehmes Nahrungsmittel. Er mufs sich dasselbe im Lande selbst beschicken und mufs, neben einer gesunden Brot- und Gemüsekost, zu einer gesunden und frischen Fleisch- und Milchnahrung übergehen. Dieses ist insbesondere dort geboten, wo der Kolonist sein Weib und seine Familie bei sich hat. Auch aus diesem gewichtigen Grunde hat daher die Viehzucht für die Kolonisierung Afrikas die gröfste Bedeutung. Eine gesunde kräftige Milch ist dem Säugling eine unentbehrliche Kost, ja die Bedingung seines Gedeihens, und hat für den Erwachsenen mehr Wert, als alle noch so schmackhaften Spirituosen, denen der Europäer in Afrika im allgemeinen leider weit mehr huldigt, als seiner Gesundheit zusagt. Und eine einfache, frische und schmackhafte Fleischkost ist jeder noch so gut zubereiteten Fleischkonserve vorzuziehen.

Pierer'sche Hofbuchdruckerei. Stephan Geibel & Co. in Altenburg


56530
SB111
W6
v.1
UNIVERSITY OF CALIFORNIA LIBRARY

